KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
2022

Dasar-Dasar **Teknik Geologi Pertambangan**

Semester 1

Gandung Yustiadi

2022

SMK/MAK KELAS X

Hak Cipta pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia
Dilindungi Undang-Undang

Disclaimer: Buku ini disiapkan oleh Pemerintah dalam rangka pemenuhan kebutuhan buku pendidikan yang bermutu, murah, dan merata sesuai dengan amanat dalam UU No. 3 Tahun 2017. Buku ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku ini merupakan dokumen hidup yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis atau melalui alamat surel buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

Dasar-Dasar Teknik Geologi Pertambangan
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1

Penulis
Gandung Yustiadi

Penelaah
Very Susanto, Aperta Ledy Alam, Radhitya Adzan Hidayah

Penyelia/Penyelaras
Supriyatno, Wardani Sugiyanto, Mochamad Widiyanto, Wijanarko Adi Nugroho, Futri F. Wijayanti

Kontributor
Muh. Haikal Fauzan Andanawari, Cahya Nugraha, Abdul Hakim, Sulipan

Ilustrator
Rio Ari Seno (kover), Ade Prihatna

Editor
Cut Nilawati, Futri F. Wijayanti

Desainer
Sitti Aulia

Penerbitan
Penerbitan bersama antara Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan dan Pusat Perbukuan
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Jalan Jenderal Sudirman Komplek kemendikbudristek
https://buku.kemdikbud.go.id

Cetakan Pertama, 2022
ISBN 978-623-388-009-1 (PDF)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif, 11/17 pt, Steve Matteson.
xiv, 138 hlm.: 17,6 x 25 cm.

Kata Pengantar

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku yang dikembangkan saat ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi satuan/program pendidikan dalam mengimplementasikan kurikulum dengan prinsip diversifikasi sesuai dengan kondisi satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Pemerintah dalam hal ini Pusat Perbukuan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan dengan mengembangkan buku siswa dan buku panduan guru sebagai buku teks utama. Buku ini dapat menjadi salah satu referensi atau inspirasi sumber belajar yang dapat dimodifikasi, dijadikan contoh, atau rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik.

Adapun acuan penyusunan buku teks utama adalah Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran yang ditetapkan melalui Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 56/M/2022, serta Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

Sebagai dokumen hidup, buku ini tentu dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat dibutuhkan untuk pengembangan buku ini di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini, Pusat Perbukuan menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan kontributor terkait lainnya. Semoga buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Juni 2022
Kepala Pusat,

Supriyatno
NIP 196804051988121001

Kata Pengantar

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Sehubungan dengan telah terbitnya Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 165/M/2021 tentang Program Sekolah Menengah Kejuruan Pusat Keunggulan (SMK PK), Direktorat SMK, Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi telah menyusun contoh perangkat ajar.

Perangkat ajar merupakan berbagai bahan ajar yang digunakan oleh pendidik dalam upaya mencapai Profil Pelajar Pancasila dan capaian pembelajaran. Perangkat ajar meliputi buku teks pelajaran, modul ajar, video pembelajaran, modul Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila dan Budaya Kerja, serta bentuk lainnya. Pendidik dapat menggunakan beragam perangkat ajar yang relevan dari berbagai sumber. Pemerintah menyediakan beragam perangkat ajar untuk membantu pendidik yang membutuhkan referensi atau inspirasi dalam pengajaran. Pendidik memiliki keleluasaan untuk membuat sendiri, memilih, dan memodifikasi perangkat ajar yang tersedia sesuai dengan konteks, karakteristik, serta kebutuhan peserta didik.

Buku ini merupakan salah satu perangkat ajar yang bisa digunakan sebagai referensi bagi guru SMK dalam mengimplementasikan Pembelajaran dengan Kurikulum Merdeka. Buku teks pelajaran ini digunakan masih terbatas pada SMK Pusat Keunggulan.

Selanjutnya, Direktorat SMK mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan buku ini mulai dari penulis, penelaah, *reviewer*, edistor, ilustrator, desainer, dan pihak terkait lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Semoga buku ini bermanfaat untuk meningkatkan mutu pembelajaran pada SMK Pusat Keunggulan.

Jakarta, Mei 2022

Direktur SMK

Prakata

Indonesia dengan lautnya yang luas serta gugusan kepulauannya yang mencapai ribuan, dikaruniai potensi sumber daya alam yang melimpah. Salah satunya adalah potensi mineral, batubara, minyak dan gas bumi.

Sebagai negara yang terus melakukan pembangunan, tentu sangat diuntungkan dengan ketersediaan bahan baku di negeri sendiri. Kebutuhan akan bahan baku dari sektor pertambangan juga terus meningkat.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang Geologi Pertambangan juga semakin maju. Era revolusi industri 4.0 juga merambah ke sektor Geologi Pertambangan.

Bisnis pertambangan menawarkan keuntungan besar. Sumber daya mineral, batubara, minyak dan gas bumi menjadi magnet para pelaku usaha, sehingga tercipta industri pertambangan yang membutuhkan tenaga kerja profesional.

Dari empat hal tersebut, geologi pertambangan selalu menarik minat para pencari kerja. Selain gaji dan fasilitas, bekerja di lokasi tambang yang berinteraksi langsung dengan alam juga menjadi tantangan dan daya tarik.

Semoga buku ini memberikan inspirasi dan pembelajaran kepada para peserta didik SMK Program Keahlian Teknik Geologi Pertambangan untuk belajar dan meningkatkan karakter dilandasi iman serta taqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga tercapai cita-cita anda. Selamat membaca.

Sleman, Juni 2022

Penulis

Daftar Isi

Bab 2

Bab 3

Daftar Gambar

Bab 1

Bab 2

Bab 3

Ada Apa di Dalam Buku Ini?

Di dalam buku ini kalian akan menemukan gambar-gambar sebagai penanda kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan. Cermati gambar-gambar berikut ini beserta artinya.

	Tujuan Pembelajaran	Gambar ini menunjukkan tujuan pembelajaran dan materi pokok yang akan kalian pelajari
	Pertanyaan Pemantik	Gambar ini menunjukkan pertanyaan pemantik untuk mengarahkan pemikiran peserta didik pada topik pembelajaran
	Peta Konsep	Gambar ini menunjukkan peta konsep pembelajaran

	Kata Kunci	Gambar ini menunjukkan kata kunci berupa istilah baru yang perlu kalian cermati
	Rangkuman	Gambar ini menunjukkan rangkuman materi pelajaran pada setiap bab
	Refleksi	Gambar ini menunjukkan umpan balik atas pembelajaran yang sudah kalian terima
	Penilaian	Gambar ini menunjukkan aktivitas evaluasi pembelajaran
	Pengayaan	Gambar ini menunjukkan aktivitas pengayaan untuk memperkaya ilmu

	Tugas	Gambar ini menunjukkan tugas yang harus dikerjakan di setiap akhir sub bab
	Diskusi	Gambar ini menunjukkan adanya aktivitas diskusi setelah selesai mempelajari suatu sub bab

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
2022
Dasar-Dasar Teknik Geologi Pertambangan
Penulis : Gandung Yustiadi
ISBN : 978-623-388-009-1 (PDF)

Bab 1
Proses Bisnis Pertambangan

Pertanyaan Pemantik

Dalam kehidupan sehari-hari pasti kalian sering menggunakan barang-barang yang terbuat dari bahan tembaga, perak, atau logam lainnya. Apa kalian tahu bahan-bahan tersebut berasal dari mana?

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu:

1. Menjelaskan tahap-tahap penambangan bahan galian secara umum.
2. Menjelaskan tahap prospeksi bahan galian sebagai tahapan awal dari serangkaian proses panjang dalam industri pertambangan.
3. Menjelaskan tahap eksplorasi bahan galian sebagai aplikasi ilmu geologi dalam industri pertambangan.
4. Menjelaskan tahap perencanaan tambang yang merupakan transisi dari tahap eksplorasi ke tahap eksploitasi.
5. Menjelaskan tahap konstruksi tambang, baik konstruksi penambangannya maupun konstruksi pendukungnya.
6. Menjelaskan tahap penambangan bahan galian secara umum meliputi penggalian, pemuatan, pengangkutan, pengolahan maupun pemurnian dan pemasaran bahan galian.
7. Menjelaskan tahap reklamasi lahan pascatambang dan pemulihan daya dukung lingkungan.

Peta Konsep

Bahan logam yang juga merupakan bahan tambang adalah unsur yang bisa diperoleh di alam, terutama dari dalam bumi, dengan proses penambangan. Pada bab ini kita akan membahas tentang proses bisnis pertambangan. Untuk lebih mempermudah kalian dalam memahami materi tentang proses bisnis pertambangan, silahkan kalian lihat peta konsep pada gambar 1.1 peta konsep bisnis pertambangan berikut!

PROSES BISNIS PERTAMBANGAN

Prospeksi

Ekplorasi

Perencanaan Tambang

Konstruksi

Penambangan

Pengolahan dan atau Pemurnian

Limbah Tambang

Pemasaran

Reklamasi

Gambar 1.1 Peta konsep proses bisnis pertambangan

Kata Kunci

Geologi, pertambangan, prospeksi, eksplorasi, eksploitasi, konstruksi.

Apakah kalian pernah melihat salah satu tambang yang ada di Indonesia, baik secara langsung maupun melalui video? Bagi yang pernah melihat, bagaimana pendapat kalian tentang tambang tersebut? Kemudian dari tambang tersebut, banyak sekali barang-barang yang dihasilkan dari bahan tambang. Apakah kalian tahu apa saja barang-barang dalam keseharian kita yang menggunakan bahan tambang tersebut sebagai salah satu bahan pembuatnya?

Gambar 1.2 Salah satu bentuk pembelajaran melalui kunjungan industri pada Program Keahlian Teknik Geologi Pertambangan

Sumber : SMKN 2 Depok (2019)

Program keahlian di Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan (SMK/MAK) saat ini sangat beragam sekali. Semuanya merupakan bidang-bidang yang berkaitan langsung dengan kebutuhan di industri dan dunia kerja. Apakah kalian masih ingat mengapa kalian memutuskan untuk memilih Program Keahlian Teknik Geologi Pertambangan? Program Keahlian Teknik Geologi Pertambangan berbeda dengan program-program keahlian lainnya, baik dari materi pelajaran, kurikulum, bahkan sampai pada karakter. Gambar di atas merupakan salah satu bentuk aktivitas pembelajaran melalui kunjungan ke industri yang berkaitan dengan geologi pertambangan. Bagaimana kesan kalian ketika melihat gambar tersebut?

Pada awal bab ini, kita bersama akan mempelajari banyak hal mengenai istilah yang berkaitan dengan pertambangan. Istilah pertambangan berasal dari kata dasar tambang. Istilah tambang bukan berarti tali ataupun sejenis alat berbentuk bundar panjang yang dipakai untuk mengikat, tetapi tambang yang merujuk pada material yang diambil dari dalam bumi maupun aktivitas pengambilannya. Dari istilah tambang tersebut, secara kata tambang bisa berkembang menjadi tiga kata yang mirip, masih berkaitan tetapi ada perbedaannya, yaitu tambang, pertambangan dan penambangan.

Pertama kita bahas adalah kata dasarnya terlebih dahulu yaitu istilah **tambang**. Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), tambang yaitu suatu cebakan, parit, lubang di dalam tanah, atau bisa pula didefinisikan sebagai tempat yang digali atau diambil material-material yang digolongkan sebagai bahan galian yang terkandung pada kulit bumi, baik berupa mineral, batuan, logam, batubara, dan material lainnya. Tambang pada konteks inilah yang akan kita pelajari, bukan tambang yang berarti tali (alat yang digunakan untuk ikat).

Istilah selanjutnya adalah **pertambangan**. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), pertambangan yaitu suatu pekerjaan yang berkaitan dengan tambang seperti yang sudah dijelaskan pada paragraf sebelumnya. Sedangkan arti istilah pertambangan dalam Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, merupakan sebagian atau seluruh tahapan dari suatu kegiatan yang bertujuan untuk penyelidikan, pengelolaan, dan pengusahaan mineral atau batubara, yang kegiatannya terdiri dari penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengangkutan, pengolahan dan atau pemurnian, pemasaran, serta kegiatan reklamasi dan pascatambang.

Istilah yang ketiga atau **penambangan** lebih merujuk pada proses yang berlangsung, cara atau metode yang digunakan, serta aktivitas dalam pertambangan. Penambangan jika diulas secara lebih detail merupakan suatu proses pelepasan dan pengambilan material baik mineral maupun batuan di permukaan bumi sampai bawah permukaan bumi.

Gambar 1.3 Tambang terbuka emas dan tembaga PT Freeport Indonesia di Grasberg, Mimika, Papua

Sumber: Kompas/B Josie Susilo Hardianto (2011)

Proses penambangan dapat dilakukan baik secara manual ataupun mekanis. Material yang ditambang merupakan material yang mempunyai nilai ekonomis bagi kehidupan manusia. Contoh-contoh komoditas yang ditambang tersebut antara lain emas, perak, batubara, timbal, seng, bijih besi, timah, nikel, bauksit, batubara, minyak bumi dan jenis-jenis bahan galian yang mempunyai nilai ekonomis yang lain. Gambar 1.3 di atas merupakan salah satu contoh aktivitas tambang batubara dengan metode tambang terbuka.

Dari ketiga istilah di atas secara singkat dapat diketahui perbedaannya. Istilah tambang dalam bahasa sehari-hari banyak mengarah pada nama atau jenis bahan galian hasil eksploitasinya, tergantung nama bahan galian yang mengikuti kata tambang tersebut, contoh tambang emas, tambang bijih besi, tambang nikel dan yang lainnya.

Istilah pertambangan cenderung lebih menunjukkan suatu usaha di suatu bidang pekerjaan seperti halnya pertanian, perhutanan,

peternakan dan usaha-usaha lainnya. Salah satu proses yang berlangsung dalam usaha pertambangan adalah proses atau tahap penambangan yang dalam bahasa sederhananya antara lain melepas dan mengambil material berharga dari tempatnya berada, terutama batuan dan tanah.

Dalam perkembangannya, pertambangan tumbuh menjadi industri yang mempunyai prospek menjanjikan dan tidak kalah dengan industri-industri lain seperti industri otomotif, industri elektronika, industri pangan dan industri-industri besar yang lain. Industri pertambangan termasuk bidang usaha yang membutuhkan modal yang besar, ilmu pengetahuan dari berbagai disiplin ilmu, teknologi dan sumber daya manusia yang kompeten di bidangnya. Di sisi lain, industri pertambangan merupakan industri yang mempunyai potensi risiko juga.

Disiplin ilmu yang digunakan dalam mengelola suatu usaha tambang selain geologi dan pertambangan, juga mencakup ilmu-ilmu dan teknologi lain seperti pemesinan, otomotif, listrik, komunikasi, metalurgi, lingkungan, ekonomi, hukum, manajemen, keuangan, sosial budaya, dan ilmu-ilmu yang lainnya. Disisi lain kegiatan pertambangan juga mempunyai efek buruk yaitu sering kali mengakibatkan kerusakan lingkungan hidup jika dalam pengelolaannya tidak menuruti aturan-aturan teknis dan aturan-aturan hukum yang berlaku.

Dari beberapa aspek yang berkaitan dengan kegiatan pertambangan di atas, tentu aspek nilai ekonomis menjadi daya tarik utama bagi para pelaku usaha. Potensi nilai ekonomis yang menjanjikan ini mendorong seseorang ataupun kelompok masyarakat untuk berusaha mengelola tambang demi mendapatkan keuntungan.

Pengelolaan usaha pertambangan harus mengikuti payung hukum yang sudah ditetapkan oleh pemerintah agar dapat berjalan dengan tertib. Ada banyak sekali aturan-aturan hukum tentang pengelolaan bahan galian atau bahan tambang tersebut. Aturan-aturan hukum tersebut juga disesuaikan dengan perkembangan zaman, memenuhi aspek ketersediaan, tingkat konsumsi, dan nilai strategis bahan galian tersebut.

Salah satu contoh aturan tentang pengelolaan bahan galian tersebut adalah Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2018 tentang Usaha Pertambangan, merupakan kegiatan dalam pengelolaan dan pengusahaan mineral maupun batubara yang mencakup tahap-tahap mulai dari penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan atau pemurnian, pengangkutan, pemasaran penjualan, dan pekerjaan pascatambang.

Tugas

Setelah mempelajari materi di atas, maka untuk lebih membuka wawasan kalian tentang pertambangan, silahkan diskusikan dengan teman-teman kalian mengenai beberapa hal berikut:

1. Bahan galian apa saja yang ditambang di Indonesia pada saat ini?
2. Dari banyak bahan galian di Indonesia yang ditambang, digunakan untuk apa sajakah bahan-bahan galian tersebut?
3. Apakah saat ini Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2018 masih berlaku? Jika sudah tidak berlaku atau sudah ada perubahan, apakah kalian dapat menemukan peraturan penggantinya? Atau jika masih berlaku, apakah kalian dapat menyebutkan peraturan lain terkait pertambangan?

A. Penyelidikan Umum (Prospeksi)

Kegiatan usaha pertambangan diawali dengan pelaksanaan penyelidikan umum atau prospeksi. Pekerjaan ini bertujuan untuk mencari keberadaan material-material yang mempunyai nilai ekonomis. Secara teknis kegiatan ini meliputi pencarian dan penemuan atau indikasi keberadaan material berharga sebagai dasar untuk pelaksanaan penyelidikan yang lebih detail.

Tahapan-tahapan kegiatan pada penyelidikan umum ini diawali dengan pekerjaan di ruangan atau studio dengan fokus utama adalah studi literatur sebagai data awal dan pekerjaan penelitian lapangan.

Adapun tahapan-tahapan pekerjaan pada saat penyelidikan umum atau prospeksi meliputi:

1. Studi Literatur

Studi literatur atau kajian pustaka dilaksanakan untuk mempelajari data-data awal dari publikasi-publikasi yang sudah diterbitkan sebelumnya. Data-data awal yang diharapkan tersebut terutama tentang potensi bahan galian pada lokasi-lokasi yang menjadi target penyelidikan.

Sebelum menetapkan akan melakukan penyelidikan bahan galian dan lokasinya di mana, maka data awal sebagai petunjuk dan pemandu yang bisa dipakai antara lain adalah peta geologi regional, laporan-laporan peneliti sebelumnya pada daerah yang sama maupun data awal yang lain.

Pertimbangan utama yang menjadi dasar dalam menentukan lokasi penyelidikan antara lain adalah terdapatnya proses-proses geologi yang membentuk cebakan-cebakan material berharga, sebagai indikasi utama dalam penyelidikan lapangan.

Setelah memilih jenis bahan galian dan lokasi yang akan diselidiki, maka tahapan selanjutnya adalah tahapan penyelidikan lapangan pendahuluan. Tujuan dilakukannya tahapan ini adalah untuk mencari

dan membuktikan keberadaan bahan galian, kondisi geologis dan morfologis di lokasi penelitian atau aspek teknis.

Selain aspek teknis, aspek nonteknis juga harus diperhatikan, seperti ketersediaan akses pendukung seperti jalan, jembatan, pelabuhan maupun fasilitas fisik umum lainnya dan juga termasuk kondisi sosio-kultural kemasyarakatan (jika di lokasi penyelidikan terdapat komunitas masyarakat).

2. Tinjauan Sepintas Lalu

Setelah tahap pekerjaan studi literatur atau tinjauan pustaka dilakukan di studio atau kantor, maka tahap pekerjaan selanjutnya adalah kegiatan di lapangan berdasarkan data-data yang diperoleh pada saat studi pustaka. Data-data tersebut antara lain peta geologi, peta topografi, citra satelit serta pustaka-pustaka yang sebelumnya sudah pernah diterbitkan dalam bentuk laporan eksplorasi, prosiding, jurnal, paper dan sumber-sumber yang lain.

Tahap awal dari tinjauan sepintas lalu ini berupa pengecekan lokasi penyelidikan, baik untuk mendapatkan informasi dari aspek teknis dan aspek nonteknis. Aspek teknis terkait utama dengan keterdapatan mineral maupun bijih dan proses-proses geologi yang ada, sedangkan aspek nonteknis seperti posisi lokasi penyelidikan berada, akses menuju lokasi penyelidikan dan sarana prasarana pendukung seperti jalan, jembatan, bandara, pelabuhan, pasar maupun fasilitas-fasilitas umum yang lain.

Secara teknis kegiatan penyelidikan umum antara lain menggunakan metode pemetaan geologi awal berupa *tracing float*. *Tracing float* dilakukan untuk mendapatkan jejak-jejak mineral-mineral berharga yang berupa pecahan-pecahan mineral, bijih maupun batuan tempat mineral-mineral tersebut berasosiasi (batuan induk).

Lokasi yang sangat baik untuk pelaksanaan *tracing float* ini adalah pada sungai atau anak sungai, dengan menyusuri sungai tersebut terutama dari hilir ke arah hulu. Sungai yang baik untuk pelaksanaan

tracing float ini adalah sungai aliran airnya tidak deras dan penuh, sehingga lebih mudah menemukan dan mengambil pecahan-pecahan bijih maupun mineral berharga.

Apabila di bagian hilir aliran sungai didapatkan pecahan-pecahan bijih maupun mineral berharga, secara logika dapat diperkirakan jika di bagian sungai ke arah hulu terdapat sumber dari pecahan-pecahan tersebut. Dalam pelaksanaan *tracing float* tersebut juga sebagai cara untuk mendata penyebaran batuan yang tersingkap sepanjang sungai.

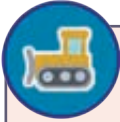
Metode pemetaan geologi dilakukan untuk lebih mengetahui litologi secara lebih rinci. Selain dengan memetakan singkapan batuan sepanjang anak sungai seperti halnya *tracing float* (bisa juga menggabungkan dengan data-data *tracing float*), pemetaan geologi juga dilakukan terutama untuk memetakan penyebaran batuan-batuan yang tersingkap atau terekspos di permukaan bumi.

Pada tahap penyelidikan umum ini juga dilaksanakakan pengambilan sampel mineral berharga atau contoh batuan yang diindikasikan mengandung mineral berharga, untuk selanjutnya dianalisis kandungan kadar mineral berharganya. Sampel yang diambil untuk selanjutnya dianalisis bisa berupa *float-float* yang ditemukan di sepanjang sungai yang disusuri, sampel yang diambil dari singkapan batuan (*out crop*) yang diperkirakan mempunyai potensi mineral berharga, sampel endapan sedimen sungai maupun sampel laterit.

Dari hasil pelaksanaan penyelidikan umum atau prospeksi yang berupa *tracing float* atau pemetaan geologi maupun kombinasi kedua-duanya, jika di lapangan ditemukan indikasi-indikasi keterdapatan bahan galian yang cukup signifikan, maka akan dihasilkan suatu kesimpulan atau rekomendasi untuk dapat dilanjutkan pada tahap eksplorasi. Sekilas pelaksanaan *tracing float* seperti terlihat pada gambar 1.4 di bawah ini.

Gambar 1.4 *Tracing float* pada eksplorasi logam dasar di Aceh Barat Daya

Sumber: Gandung Yustiadi (2022)

Sedangkan jika selama tahap penyelidikan umum tidak didapatkan indikasi-indikasi keterdapatan mineral berharga, ataupun diketemukan indikasi keterdapatan mineral berharga tetapi dalam kualitas dan kuantitas yang signifikan, maka kesimpulan yang harus disampaikan adalah bahwa penyelidikan umum atau prospeksi tersebut tidak direkomendasikan untuk dilakukan tahap eksplorasi, dan data-data yang sudah didapat tetap menjadi laporan. Usaha selanjutnya adalah mencari daerah lain yang dirasa prospek untuk selanjutnya dilaksanakan penyelidikan umum.

Tugas

Setelah mempelajari tentang prospeksi atau tahap penyelidikan umum, silahkan kalian diskusikan beberapa hal berikut dengan teman-teman kalian, kemudian kalian presentasikan di kelas di depan para peseta didik lainnya dengan bimbingan pendidik:

1. Dalam tahap studi literatur, data-data apa saja yang bisa dijadikan acuan dasar dalam pelaksanaan penyelidikan umum atau prospeksi?
2. Dari pelaksanaan tahapan sepintas lalu atau *recognize*, data-data apa saja yang akan didapatkan?

B. Eksplorasi

Tahapan dalam usaha pertambangan setelah penyelidikan umum atau prospeksi adalah tahap eksplorasi. Tahap ini dilaksanakan sebagai bentuk rekomendasi atau berdasarkan hasil kegiatan pada tahap penyelidikan umum. Pada tahap penyelidikan umum ditemukan keberadaan potensi mineral bijih, maka tahap eksplorasi dilakukan untuk memperoleh data atau parameter yang lebih rinci terkait aspek dimensi, bentuk, posisi keberadaan, kualitas atau kadar bijih, termasuk karakteristik dari batuan bijih tersebut berada (*host rock*) maupun karakteristik lapisan penutup (*over burden*).

Pada tahap eksplorasi mineral, tanah penutup ini diambil sampelnya untuk dianalisis kemungkinan keterdapatan mineral-mineral berharga walaupun dalam kadar yang relatif rendah.

Selain itu sampel tanah penutup yang diambil juga untuk analisis kesuburan tanahnya, dengan harapan jika suatu saat ditambang, tanah penutup tersebut bisa dipakai kembali untuk lapisan penutup pada

lahan reklamasi sebagai lapisan tanah penyubur atau humus. Dengan demikian pada saat reklamasi nantinya fungsi dan daya dukung tanah untuk reboisasinya masih cukup baik, sehingga ekosistem tidak semuanya rusak walaupun tidak bisa kembali pulih seratus persen seperti semula.

Metode yang dipakai dalam tahap eksplorasi bahan galian ada beberapa jenis, hal ini dikarenakan tiap-tiap jenis bahan galian yang dieksplorasi mempunyai karakteristik terutama fisik yang berlainan. Metode eksplorasi bahan galian dari golongan logam dasar (*base metal*), apalagi yang termasuk endapan primer, metodenya akan berbeda dengan bahan galian endapan laterit, apalagi dengan bahan galian sedimenter seperti halnya batubara.

Pada tahap eksplorasi pendahuluan metodenya akan berbeda dibandingkan pada saat eksplorasi detail yang tidak hanya kegiatan pemetaan geologi saja, melainkan sudah ditunjang dengan pemboran eksplorasi, pemetaan topografi, survei geofisika maupun survei geokimia.

1. Pemetaan Geologi Permukaan

Kegiatan awal dari tahap eksplorasi adalah pemetaan geologi permukaan yang bertujuan untuk mengetahui dan mendapatkan penyebaran bijih maupun batuan secara horizontal, sehingga akan didapatkan data-data mengenai bentuk penyebaran dan luasan penyebarannya.

Dalam pemetaan geologi tersebut, maka singkapan batuan yang merupakan media berasosiasinya mineral-mineral menjadi obyek utama yang didata penyebarannya, diambil contohnya dan dianalisis kandungan kimianya. Sedangkan pada eksplorasi batubara, maka singkapan batubara yang langsung didata, diambil contoh dan dianalisis kualitas terutama kandungan kalornya.

Singkapan-singkapan batuan atau *out crop* banyak muncul di daerah aliran sungai terutama yang ada aliran airnya. Singkapan batuan juga bisa ditemui pada lokasi-lokasi yang bentuk morfologinya cenderung menonjol dan menyembul secara alami di permukaan bumi. Hal

tersebut dapat terjadi karena adanya proses-proses atau gaya dari dalam bumi, yaitu proses atau gaya endogen. Selain karena gaya endogen, tersingkapnya batuan juga karena pengaruh gaya eksogen.

Gaya endogen ini merupakan proses yang berasal dari dalam bumi, bekerja pada kulit bumi, bersifat membangun, prosesnya cenderung lambat tetapi akibatnya bisa sangat dahsyat. Contoh dari gaya endogen kaitannya dengan singkapan batuan antara lain dengan terjadinya letusan gunung berapi atau erupsi mengeluarkan material termasuk batuan ke permukaan bumi. Selain itu, munculnya singkapan batuan juga bisa terjadi akibat gempa bumi tektonik baik berupa patahan maupun pergeseran lapisan batuan sehingga batuan yang sebelumnya tidak tampak (terpendam maupun berada di tempat lain) menjadi tampak, serta terjadinya pengangkatan atau *uplift* dari batuan yang berada di bawah permukaan bumi menjadi naik ke permukaan bumi akibat gaya atau arus konveksi magma. Gaya eksogen adalah tenaga yang berasal dari luar bumi yang menyebabkan terjadinya perubahan di permukaan atau dekat permukaan bumi, seperti pelapukan, erosi, abrasi, denudasi.

Dalam tahap pemetaan geologi ini termasuk pengambilan contoh batuan atau bahan galian, baik contoh dari singkapan batuan, parit uji dan sumur uji. Contoh atau sampel tersebut akan diuji kandungan kimianya di laboratorium untuk mengetahui kualitas atau kadar mineral berharga dari bahan galian tersebut.

2. Pemboran Eksplorasi

Di dalam kehidupan sehari-hari kalian pasti sudah sering men-dengar dan melihat aktivitas pemboran, atau sering juga disebut pengeboran. Jika dikaji secara teknis, pemboran merupakan proses pembuatan lubang yang berbentuk silindris hingga pada kedalaman tertentu yang diinginkan menggunakan suatu alat.

Gambar 1.5 Pemboran eksplorasi nikel di Halmahera Timur

Sumber: Gandung Yustiadi (2022)

Pada ranah ilmu kebumian, pemboran merupakan salah satu kegiatan dalam tahap eksplorasi bahan galian. Pemboran pada ranah eksplorasi atau lebih sering disebut sebagai pemboran eksplorasi dilaksanakan agar memperoleh data material bawah permukaan atau penyebaran bahan galian secara vertikal.

Data langsung yang didapat dari pelaksanaan pemboran eksplorasi ini adalah berupa inti bor (*core*) yang berupa batuan atau tanah. Selanjutnya sampel tersebut juga akan dianalisis di laboratorium untuk mengetahui kualitas atau kadar mineral berharganya.

Tahap pemboran eksplorasi ini dilaksanakan setelah sebelumnya dilakukan pemetaan geologi, sehingga data-data terutama kualitas bahan galian akan dikombinasikan yang pada akhirnya didapatkan peta sebaran bahan galian, baik luasan (penyebaran ke arah horizontal) maupun penyebaran ke bawah (vertikal) atau ketebalan untuk selanjutnya dilakukan perhitungan matematis bahan galian tersebut.

Selain data mengenai cadangan bahan galian, juga untuk mengetahui karakteristik fisik dari batuan induk dari bahan galian tersebut, kaitannya penanganan dalam pengupasan lapisan penutup. Sebagai gambaran awal mengenai pemboran eksplorasi, silahkan kalian lihat pada gambar 1.5 di samping tentang pemboran eksplorasi nikel di Halmahera Timur!

3. Survei Geofisika

Pada eksplorasi bahan galian, selain mengaplikasikan ilmu geologi, juga ditunjang dengan mengaplikasikan ilmu pengetahuan lain yang masih berkaitan, yaitu ilmu geofisika. Menurut Santoso (2002), ilmu geofisika berkaitan dengan penerapan prinsip-prinsip fisika untuk mengetahui atau memecahkan suatu masalah yang berkaitan dengan bumi.

Contoh aplikasi ilmu geofisika dalam praktik yang berkaitan geologi antara lain untuk eksplorasi mineral dan logam, eksplorasi minyak bumi, dan kajian pada ranah kebencanaan oleh proses-proses geologi gempa bumi tektonik, tsunami, erupsi gunungapi, maupun sebagai kajian dalam rencana pembangunan sarana prasarana fisik umum wilayah seperti jalan, jembatan, bendungan, bandara, pelabuhan dan infrastruktur-infrastruktur fisik yang lain. Pemanfaatan geofisika pada pekerjaan eksplorasi bahan galian, terdiri dari beberapa metode, antara lain:

1. Geolistrik

Metode survei geolistrik termasuk metode dalam survei geofisika yang prinsip kerjanya dengan mengetahui adanya respon aliran listrik

Gambar 1.6 Peralatan-peralatan survei geolistrik
Sumber: Geophysics.fmipa.unmul.ac.id (2019)

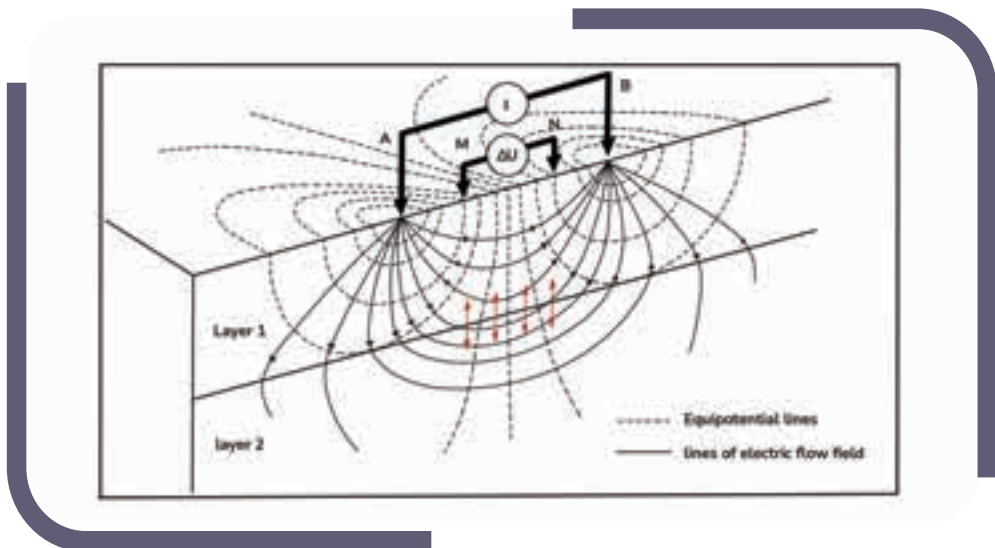
dalam batuan pada bawah permukaan dengan mendeteksinya pada permukaan bumi.

Cara ini digunakan terutama agar susunan bawah permukaan bumi bisa diketahui, misalnya pola penyebaran mineral dan batubara, pencarian air bawah tanah atau akuifer, kajian maupun rekayasa geologi teknik, mitigasi bencana melalui sistem deteksi dini (*early warning system*), dan pendeteksian adanya obyek-obyek yang terpendam di bawah permukaan bumi seperti candi.

Survei geolistrik ini dilakukan dengan menggunakan peralatan yaitu resistivitymeter yang merupakan alat utama dan dilengkapi dengan penghubung, aki sebagai sumber listrik dan batang elektroda

(di lapangan bisa berupa besi panjang atau linggis) serta palu sebagai alat bantu untuk menancapkan batang elektroda atau linggis ke dalam tanah. Peralatan-peralatan Survei Geolistrik ditunjukkan pada Gambar 1.6 di samping.

Prinsip kerja secara sederhana dari survei geolistrik tersebut adalah dengan mengalirkan atau injeksi arus listrik ke bawah permukaan, kemudian mengukur tegangan tegangan listrik yang diukur menggunakan batang elektroda.

Data geolistrik yang diperoleh merupakan nilai tahanan jenis semu yang diperoleh dari nilai tegangan listrik, kuat arus listrik serta nilai faktor berdasarkan hasil nilai beda potensial listrik, nilai arus listrik, dan nilai faktor geometri hasil pengukuran. Nilai tahanan jenis semu itu lalu diproses dengan perangkat lunak khusus geolistrik sehingga menghasilkan nilai resistivitas atau nilai tahanan jenis listrik sebenarnya untuk menentukan daerah prospek pada wilayah eksplorasi. Prinsip kerja dari survei geolistrik diilustrasikan pada Gambar 1.7 berikut.

Gambar 1.7 Prinsip kerja survei geolistrik

2. Magnetik

Metode survei magnetik atau geomagnetik adalah salah satu metode eksplorasi yang merupakan bagian dari metode geofisika untuk eksplorasi batuan, mineral, minyak bumi, panas bumi (*geothermal*), pendeteksian barang-barang bersejarah yang terpendam atau peninggalan-peninggalan arkeologi, sampai untuk pengawasan kegiatan vulkanisme gunung berapi.

Prinsip dasar dari magnetik ini adalah memetakan suatu wilayah berdasarkan besaran variasi medan magnet akibat adanya medan magnetik remanen maupun medan magnetik induksi. Peralatan utama pada survei geomagnet ini adalah Magnetometer seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.8 di bawah ini. Fungsi dari magnetometer tersebut adalah untuk mengetahui besaran medan magnet pada batuan atau nilai kuat kemagnetan total.

Gambar 1.8 Peralatan survei magnetik

Sumber: Terrasearch.com.au (2019)

Peralatan pendukung dalam survei megnetik *Global Positioning System* atau (GPS) yang fungsinya mengetahui kedudukan dari obyek yang diukur atau koordinat dengan menggunakan bantuan satelit. Survei ini sangat cocok untuk ekaplorasi bijih besi, mangan dan mineral bijih lainnya.

Dalam survei magnetik ini kalian perlu mengetahui besarnya suseptibilitas dari mineral maupun batuan, karena yang dicari adalah pola-pola anomali mineral yang memiliki variasi maupun keunikan nilai suseptibilitas. Semakin tinggi kandungan mineral magnetik dalam suatu batuan, maka nilai suseptibilitas batuan akan bertambah.

Pada pelaksanaan survei magnetik, pengambilan data ke-magnetan dilaksanakan dengan membuat stasiun dasar dan stasiun pengamatan medan magnet yang berupa *grid* pengukuran dengan ukuran dan bentuk terpola. Hasil yang diperoleh dari survei magnetik ini berupa data yang terekam meliputi hari, tanggal, waktu, besaran kuat medan magnet, cuaca dan keadaan lingkungan.

Tahap selanjutnya adalah mengukur besaran medan magnet di stasiun pengukuran, dan di waktu yang sama dilakukan variasi harian pada stasiun dasar. Pada tahap survei magnetik alat yang digunakan berupa magnetometer.

3. Seismik

Metode survei ini diaplikasikan dalam mengidentifikasi su-sunan serta tingkatan pada bawah permukaan bumi dengan memanfaatkan perambatan, pembiasan, pemantulan gelombang gempa (gelombang seismik) untuk kemudian direfraksikan atau direfleksikan sepanjang perbedaan lapisan batuan.

Metode survei seismik ini digolongkan menjadi beberapa jenis, yaitu seismik refraksi dan seismik refleksi. Metode survei seismik refraksi merupakan salah satu metode geofisika untuk mengetahui penampang struktur bawah permukaan, merupakan salah satu metode untuk memberikan tambahan informasi yang diharapkan dapat menunjang

penelitian lainnya. Seismik refraksi biasanya diinterpretasikan dalam bentuk lapisan-lapisan dengan tiap lapisan masing-masing memiliki *dip* dan topografi. Pelaksanaan survei seismik seperti ditunjukkan pada Gambar 1.9 berikut.

Gambar 1.9 Pelaksanaan survei seismik
Sumber: Flick/Wessex Archaeology (2005)

Sedangkan metode seismik refleksi adalah salah satu metode survei geofisika yang memanfaatkan pemantulan gelombang ke dalam bumi yang ditimbulkan oleh sumber getaran dan diterima oleh *geophone*. Pada seismik refleksi merekam dan menggunakan semua medan gelombang yang terekam. Alat utama yang digunakan dalam survei seismik ini adalah seismograf.

4. Gravitasi

Metode survei gravitasi atau sering disebut dengan *Gravity Survey* adalah salah satu metode survei geofisika yang merupakan survei dengan pengukuran variasi medan gravitasi bumi yang disebabkan oleh perbedaan densitas atau massa jenis batuan bawah permukaan. Walaupun survei ini dikenal dengan nama metode survei gravitasi, tetapi dalam kenyataannya variasi gravitasi yang diukur merupakan variasi percepatan gravitasi (Reynold, 1997). Alat yang digunakan dalam survei gravitasi ini adalah Gravitymeter. Gambar 1.10 di bawah menunjukkan kegiatan survei gravitasi.

Gambar 1.10 Survei gravitasi

Sumber: Themarketherald.com.au (2019)

4. Survei Geokimia

Survei Geokimia adalah metode eksplorasi yang mengkonsen-trasikan pada pengukuran kelimpahan, distribusi, dan migrasi unsur-unsur bijih atau unsur-unsur yang berhubungan erat dengan bijih, dengan

tujuan mendeteksi endapan bijih. Pelaksanaan survei geokimia seperti ditunjukkan pada gambar 1.11 berikut.

Gambar 1.11 Survei geokimia
Sumber: Archaeologicalresearchservices.com (2020)

Survei geokimia meliputi dua metode:

1. Metode yang menggunakan pola dispersi mekanis, sesuai diterapkan pada mineral yang relatif lebih stabil pada kondisi permukaan bumi, seperti: emas, platina, kasiterit maupun kromit. Survei ini cocok untuk digunakan di daerah yang kondisi pelapukan kimiawinya kurang dipengaruhi oleh iklim.

2. Metode yang didasarkan pada pengenalan pola dispersi kimiawi. Pola ini dapat diperoleh baik pada endapan bijih yang tererosi ataupun yang tidak tererosi, baik yang lapuk ataupun yang tidak lapuk.

5. Tahapan Eksplorasi

Secara umum tahapan eksplorasi terdiri dari dua tahap, yaitu tahap eksplorasi awal atau tahap eksplorasi pendahuluan dan tahap eksplorasi detail.

1. Tahap Eksplorasi Pendahuluan

Pada tahap eksplorasi pendahuluan ini tingkat ketelitian dalam pengamatan dan pengambilan data yang diperlukan belum berupa data yang mendetailkan sehingga peta-peta yang digunakan dalam eksplorasi pendahuluan ini berskala 1:50.000 sampai 1:25.000.

Sebagian besar wilayah di Indonesia sudah tersedia peta dasarnya yang berupa peta topografi. Kalian punya akses yang cukup mudah untuk mendapatkan peta topografi tersebut. Cara yang paling mudah untuk mendapatkan peta topografi adalah dengan datang langsung ke Bakosurtanal (Badan Koordinasi Survei dan Pertanahan Nasional) atau yang sekarang telah beralih nama menjadi BIG (Badan Informasi Geospasial) di Daerah Cibinong, Bogor, Jawa Barat. Di BIG ini kalian tinggal memilih lembar-lembar mana saja yang kalian cari. Atau dapat mengakses melalui website resmi BIG https://tanahair.indonesia.go.id/

Di beberapa perguruan tinggi hampir semua bidang ilmu geologi sudah menyediakan peta topografi, terutama pengelola bidang ilmu kebumian saat ini juga sudah menyediakan peta topografi. Selain dengan datang langsung ke BIG, kalian juga bisa memesan lewat surat maupun surat elektronik.

Pemetaan singkapan batuan (*outcrop*) dilakukan peta topografi tersebut sebagai panduan terutama kondisi morfologisnya. Peta geologi regional juga sebagian besar wilayah Indonesia sudah tersedia. Peta

geologi tersebut berfungsi sebagai data awal dalam memetakan batuan maupun bahan galiannya.

Gambar 1.12 *Plotting* data hasil pemetaan geologi

Sumber: Gandung Yustiadi (2022)

Dengan panduan peta geologi, penyelidikan bisa lebih mudah karena pada peta geologi tersebut sudah digambarkan tentang penyebaran batuannya dan kita tinggal membuktikan, mencocokkan dan mendetailkan. Pada tahap ini yang dilaksanakan adalah pencarian dan pendataan singkapan bahan galian dan singkapan batuan yang diindikasikan mengandung mineral berharga dan pengambilan contoh dari singkapan-singkapan yang diharapkan mengandung mineral-mineral berharga. Data-data hasil pemetaan geologi yang diperoleh tersebut kemudian dimasukkan atau di *plot* ke dalam peta dasar, seperti diperlihatkan pada gambar 1.12 di atas.

Selain pengamatan singkapan-singkapan batuan pembawa bahan galian (*host rock*) atau bahan galian langsung (misalnya batubara), data lain yang perlu juga diperhatikan adalah perubahan atau batas satuan batuan, orientasi lapisan batuan sedimen yang berupa *strike/dip* (jurus dan kemiringan), orientasi struktur geologi seperti sesar dan tanda-tanda lainnya.

Hal-hal penting tersebut harus dimasukkan ke dalam peta dasar dengan bantuan alat-alat seperti kompas geologi, GPS, serta tanda-tanda alami seperti bukit, lembah, sungai, jalan, kampung dan tanda-tanda lainnya, sehingga menjadi peta penyebaran singkapan-singkapan batuan.

Tahap selanjutnya adalah penentuan titik-titik untuk perencanaan pengambilan contoh yang lain seperti pembuatan parit uji, sumur uji dan jika diperlukan dilakukan pemboran awal. Lokasi-lokasi tersebut kemudian harus di*plot* dan diikat dengan tepat di peta dengan bantuan alat ukur seperti *Theodolite*.

Dari tahap ini akan dihasilkan bentuk atau model geologi yang meliputi, model penyebaran endapan, gambaran mengenai cadangan geologi dan kadar awal yang selanjutnya akan dipakai untuk menetapkan apakah daerah survei tersebut memberikan harapan baik sehingga direkomendasikan prospek atau tidak. Kalau daerah tersebut direkomendasikan prospek, maka tahapan kegiatan penyelidikan dapat diteruskan dengan tahap eksplorasi selanjutnya yaitu tahap eksplorasi detail.

2. Tahap Eksplorasi Detail

Tahapan eksplorasi detail dilakukan setelah hasil tahapan eksplorasi pendahuluan diketahui bahwa cadangan yang telah ditemukan mempunyai prospek yang baik, maka diteruskan dengan tahap eksplorasi detail (White, 1997 dalam www.literasipublik.com 2018). Pengambilan contoh bahan galian pada tahap eksplorasi detail dilaksanakan dengan jarak yang lebih dekat atau rapat, baik sampling secara manual maupun pengambilan contoh dengan melaksanakan pemboran eksplorasi spasi detil untuk mendapatkan data yang lebih teliti mengenai bentuk,

Gambar 1.13 Pengambilan contoh batuan (*sampling*)
Sumber: Flickr/U.S. Geological Survey (2016)

volume cadangan penyebaran kadar atau kualitas bahan galian secara horizontal maupun vertikal. Kegiatan selanjutnya dalam tahap ini adalah pengambilan contoh batuan (*sampling*), seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.13 di atas.

Data yang dihasilkan tersebut sudah bisa dikategorikan sebagai cadangan terukur, yaitu besaran cadangan dengan persentase kesalahan yang kecil atau kurang dari 20%. Pada kategori cadangan terukur ini perencanaan tambang yang dibuat menjadi lebih teliti dan risiko dapat diminimalkan.

Data-data pada tahap ini juga diperjelas dengan data mengenai ketebalan, kedalaman, kemiringan, dan pola penyebaran cadangan secara 3 dimensi yang menjelaskan panjang, lebar dan tebal serta data mengenai karakteristik batuan pembawa bahan galian (*host rock*), kondisi air tanah, dan penyebaran struktur geologi.

Data-data tersebut akan menunjang perencanaan kemajuan tambang, penentuan lebar atau ukuran bukaan dan kemiringan lereng tambang (jenjang), perencanakan produksi bulanan maupun tahunan dan pemilihan peralatan tambang serta faktor-faktor penunjang yang lain.

3. Studi Kelayakan

Studi kelayakan merupakan tahapan akhir dari serangkaian penyelidikan awal yang dilakukan sebelumnya, sehingga apakah kegiatan penambangan endapan bahan galian tersebut layak dilakukan atau tidak. Pertimbangan yang digunakan dasar meliputi pertimbangan teknis, pertimbangan ekonomis, teknologi yang ada pada saat ini, dan tetap memperhatikan keselamatan kerja serta kelestarian lingkungan hidup. Jika dari beberapa parameter tersebut disimpulkan layak maka akan direkomendasikan ke tahap selanjutnya, tetapi jika belum layak, maka data akan diarsipkan.

Tugas

Setelah kalian mempelajari tahapan eksplorasi, silahkan diskusikan tentang beberapa hal yang berkaitan dengan eksplorasi berikut bersama teman-teman kalian:

1. Dalam pelaksanaan tahap eksplorasi, bagaimanakah cara kerja eksplorasi permukaan?
2. Sebelum melakukan tahap eksplorasi bawah pemukaan, hal apa sajakah yang menjadi pertimbangan dalam memilih metode eksplorasi?

C. Perencanaan Tambang

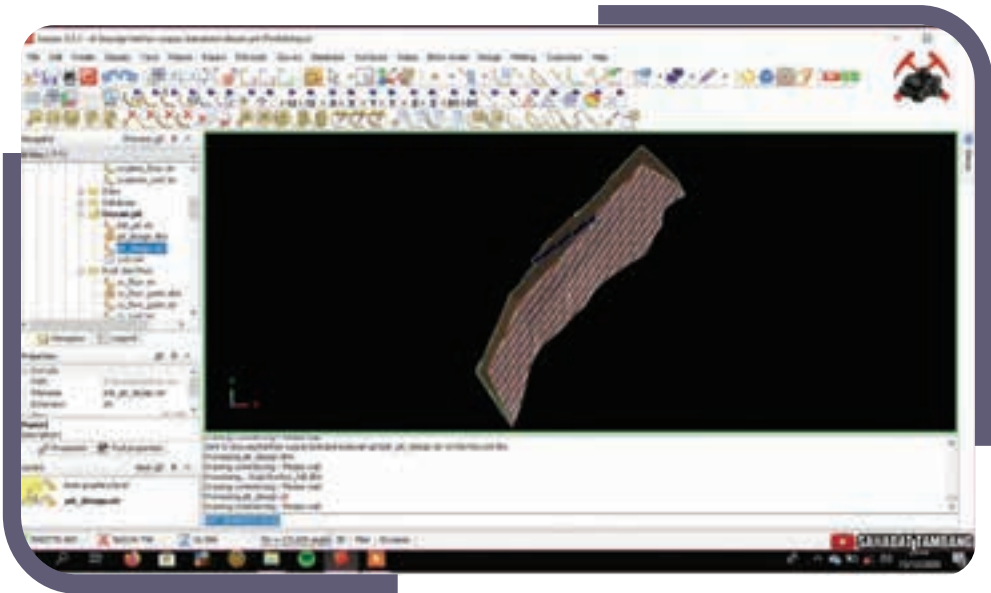
Perencanaan tambang didasarkan atas perhitungan cadangan bahan galian yang sudah layak untuk ditambang, dengan kategori cadangan terukur. Besaran cadangan bahan galian yang dijadikan acuan dikategorikan menjadi tiga, yaitu:

1. Cadangan terukur adalah cadangan dengan tingkat kesalahan maksimal 20% dan pada cadangan terukur ini telah dilakukan pemboran untuk pengambilan contoh.
2. Cadangan terindikasi adalah cadangan dengan bahan galian dengan tingkat kesalahan 40% dan belum dilakukan pemboran.
3. Cadangan tereka adalah cadangan dengan tingkat kesalahan 80% dan belum dilakukan pengeboran.

Setelah melewati fase eksplorasi dan studi kelayakan, bila hasil perhitungan cadangan bahan galiannya telah memenuhi kategori cadangan terukur, berarti sudah layak memasuki tahap perencanaan tambang. Data-data yang diperoleh dari tahap penyelidikan umum maupun eksplorasi tetap menjadi dasar dalam proses perencanaan tambang.

Tahap perencanaan tambang dilakukan untuk merencanakan secara teknis, ekonomi dan lingkungan pada kegiatan penambangan, sehingga dalam pelaksanaan kegiatan penambangan dapat dilakukan dengan baik, menguntungkan dan tetap menjaga keselamatan manusia serta lingkungan hidup.

Selain perencanaan tambang, juga terkait dengan perancangan tambang. Perancangan tambang meliputi batas akhir penambangan, tahapan penambangan, urutan penambangan tahunan atau bulanan, penjadwalan produksi, dan perancangan *waste dump* (Waterman Sulistyana Bargawa, 2018).

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, maka dalam pekerjaan perencanaan tambang juga semakin canggih dan modern, terutama penggunaan perangkat lunak khusus atau *software* tambang seperti diperlihatkan pada gambar 1.14 berikut.

Gambar 1.14 Penggunaan *Software Surpac* dalam pembuatan desain tambang

Sumber: Tangkapan layar Youtube Sahabat Tambang (2020)

Tugas

1. Sekarang kalian buat kelompok diskusi dengan anggota empat peserta didik, kemudian kalian diskusikan lalu simpulkan perbedaan antara perencanaan tambang dengan perancangan tambang, selanjutnya presentasikan di kelas dengan dipandu oleh guru!
2. Carilah informasi mengenai perangkat lunak (software) yang digunakan di Bidang Geologi Pertambangan saat ini selain contoh di atas, sebagai pembuka wawasan serta motivasi kalian untuk lebih semangat mempelajari perangkat-perangkat lunak tersebut sebagai tambahan kompetensi kalian!

D. Konstruksi

Tahap persiapan tambang atau konstruksi adalah kegiatan yang dilakukan untuk mempersiapkan fasilitas-fasilitas yang akan digunakan selama proses penambangan dilakukan, baik fasilitas yang secara teknik terkait dengan penambangan maupun fasilitas-fasilitas pendukung operasional tambang. Gambar 1.15 berikut yang merupakan contoh konstruksi pada salah satu tambang emas dan tembaga.

Gambar 1.15 Tahap konstruksi tambang emas dan tembaga di PT Bumi Suksesindo, Banyuwangi-Jawa Timur

Sumber: PT Bumi Suksesindo (2022)

Pekerjaan konstruksi pada pertambangan meliputi pembuatan jalan tambang, *stock pile*, *disposal area*, perkantoran, pelabuhan, bengkel, mes karyawan, fasilitas komunikasi, pembangkit listrik, gudang, fasilitas pengolahan bahan galian dan fasilitas-fasilitas lain yang dibutuhkan untuk menunjang keberlangsungan kegiatan penambangan bahan galian di lokasi tambang.

Tugas

Lihatlah kembali pada gambar tentang konstruksi! Pada situasi tersebut, fasilitas apa saja yang harus dibangun, jelaskan alasan kalian!

E. Penambangan (Eksploitasi)

Penambangan adalah serangkaian proses pelepasan atau pem-bongkaran material baik tanah maupun batuan dari permukaan maupun bawah permukaan bumi untuk diambil manfaat dan nilai ekonomisnya. Proses penambangan terdiri dari aktivitas penggalian maupun pembongkaran, pemuatan dan pengangkutan bahan galian.

1. Metode Penambangan

Proses penambangan bahan galian terdiri dari beberapa jenis. Jika dibedakan berdasarkan lokasi dan kondisi penambangannya, maka proses penambangan bisa dibagi tiga jenis:

1. Tambang Terbuka

Tambang terbuka adalah suatu proses penambangan yang seluruh aktifitas penambangannya berhubungan langsung dengan atmosfer dan udara luar. Tambang terbuka diklasifikasikan atas:

a. *Open pit* (*open cut/open cast/open mine*)

   Open pit adalah salah satu metode tambang terbuka yang dilakukan untuk menggali deposit atau endapan bijih yang posisinya relatif horizontal. Salah satu contoh tambang terbuka sudah ditunjukkan pada gambar 1.16 di bawah.

Gambar 1.16 *Open pit* tambang tembaga dan emas PT Newmont Nusa Tenggara di Batu Hijau, Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat

Sumber: Tempo/Eko Siswono Toyudho (2020)

b. *Quarry*

Quarry adalah salah satu metode penambangan terbuka yang digunakan untuk menggali jenis bahan galian industri, seperti granit, batu gamping, andesit dan lain-lain. Gambar 1.17 di bawah merupakan *quarry* tambang marmer.

Gambar 1.17 *Quarry* marmer PT Gunung Marmer Raya di Pangkep, Sulawesi Selatan

Sumber: PT Gunung Marmer Raya (2022)

c. *Strip mine*

Strip mine alah satu metode tambang terbuka yang dipergunakan untuk penambangan jenis endapan bijih yang letaknya relatif horizontal atau agak miring. Gambar 1.18 berikut adalah *strip mine* sebagai salah satu contoh model tambang terbuka.

Gambar 1.18 *Strip mine*

Sumber: Flickr/Jonathan Boeke (2007)

d. *Alluvial mine*

Alluvial mine adalah salah satu metode tambang terbuka yang digunakan untuk menambang jenis endapan-endapan alluvial, misalnya tambang bijih timah, pasir besi, emas dan lain-lain. Gambar 1.19 berikut menunjukkan salah satu model tambang terbuka jenis *alluvial mine* pada penambangan timah di Indonesia.

Gambar 1.19 *Alluvial mine* pada penambangan timah di Indonesia
Sumber: Jordan (2022)

Terdapat tahapan umum dalam kegiatan penambangan terbuka yaitu pembersihan lahan, pengupasan tanah pucuk dan menyimpannya di tempat tertentu, pembongkaran dan penggalian tanah penutup (*overburden*) dengan meng-gunakan bahan peledak atau tanpa bahan peledak dan memindahkannya ke *disposal area*, penggalian bahan galian atau eksploitasi, dan membawanya ke *stockpile* untuk diproses lebih lanjut termasuk untuk dipasarkan serta melakukan reklamasi lahan bekas penambangan.

2. Tambang Bawah Tanah

Tambang bawah tanah (*underground mining*) adalah penambangan yang sebagian besar atau seluruh aktivitas penambangannya tidak berhubungan langsung dengan atmosfir dan udara luar. Tambang bawah tanah menurut Lewis & Clark, (1964) dalam Nurhakim (2003), secara garis besar dibedakan atas beberapa kelas antara lain metode tambang bawah tanah menggunakan penyangga (*supported method*), metode tambang bawah tanah tanpa penyangga (*unsupported method*),

Gambar 1.20 Tambang emas dan tembaga bawah tanah PT Freeport Indonesia di Mimika Papua

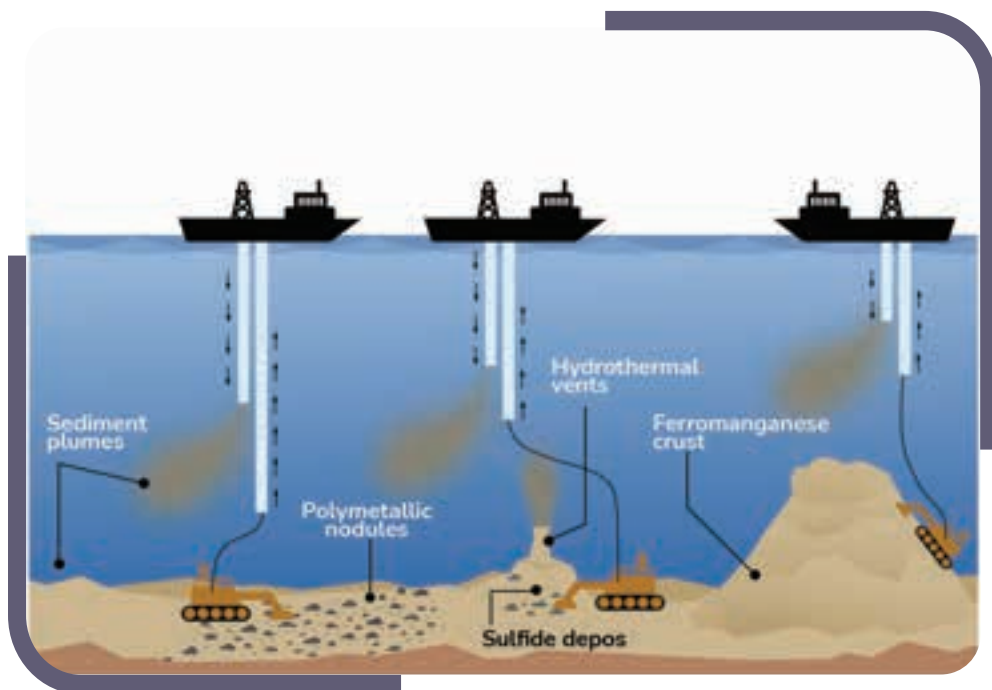
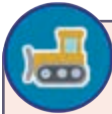
Sumber: Republika/Musiron (2018)

metode tambang bawah tanah secara runtuhan (*caving method*) dan metode tambang bawah tanah kombinasi menggunakan penyangga dan runtuhan (*combination of supported and caved stopes*). Dari tiap-tiap kelas tersebut metode tambang bawah tanah, yang akan kalian dapatkan di semester 2.

Terdapat beberapa tahapan dalam tambang bawah tanah yaitu, pembuatan jalan utama (*main road*), pemasangan penyangga (*supported*), pembuatan lubang maju untuk produksi, ventilasi, drainase, dan fasilitas tambang bawah tanah lainnya. Setelah itu melakukan operasional penambangan bawah tanah dengan atau tanpa bahan peledak dan kemudian membawa bahan galian ke *stockpile* untuk diproses lebih lanjut sampai pada akhirnya dipasarkan. Gambar 1.20 di atas merupakan salah satu contoh tambang bawah tanah pada tambang emas dan tembaga.

3. Tambang Bawah Air

Tambang bawah air adalah metode penambangan yang dilakukan untuk mengambil endapan alluvial atau endapan *placer* yang terletak di bawah permukaan air, seperti lepas pantai, sungai, danau atau lembah yang menjadi daerah aliran dan genangan air. Metode penambangan dilakukan terutama pada lepas pantai dangkal maupun lepas pantai dalam.

Beberapa tahun kemarin metode pertambangan ini pernah ramai dibicarakan seiring dengan pelaksanaan reklamasi pulau di beberapa negara. Salah satu metode untuk menyediakan material reklamasi tersbut berasal dari penambangan bawah air yang berupa endapan alluvial yang diambil atau dikeruk menggunakan peralatan khusus untuk tambang bawah air yaitu *dredge* atau kapal keruk. Pada gambar 1.21 berikut merupakan salah satu contoh tambang bawah air.

Gambar 1.21 Tambang bawah air

Tugas

Setelah kalian mempelajari tentang penambangan, sekarang kalian belajar mandiri dengan melihat video-video penambangan, kemudian kalian catat perbedaan-perbedaan antara metode tambang terbuka, tambang bawah tanah dan metode tambang bawah air!

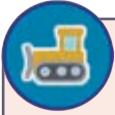
F. Pengolahan atau Pemurnian

Bahan galian hasil proses penambangan mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, ada yang bisa langsung dipasarkan maupun digunakan seperti batubara, tetapi sebagian besar umumnya harus diolah atau dimurnikan terlebih dahulu di tempat pengolahan maupun pemurnian untuk meningkatkan nilai tambah.

Alasan yang mendasari hal tersebut antara lain disebabkan oleh tercampurnya pengotor pada bahan galian, spesifikasi tertentu dari bahan galian, mengurangi volume dan ongkos angkut mereduksi senyawa kimia yang tidak dikehendaki pabrik peleburan dan untuk meningkatkan nilai jual bahan galian, apalagi sekarang pemerintah sudah mengeluarkan peraturan tentang pengolahan dan pemurnian bahan galian untuk meningkatan nilai jual bahan galian tersebut dengan salah satunya adalah pendirian *smelter* pada perusahaan pertambangan.

Proses pengolahan bijih ada beberapa jenis diantaranya yaitu pengolahan secara fisika dan kimia tanpa ekstraksi metal, dan pengolahan secara fisika dan kimia dengan ekstraksi metal. Pengolahan bahan galian secara fisika ialah pengolahan bahan galian dengan cara memberikan perlakuan fisika pada fisik bahan galian tersebut seperti peremukan, penggerusan, pencucian, pengeringan, dan pembakaran dengan suhu rendah. Contoh pengolahan bahan galian secara fisika adalah pada proses pencucian batubara.

Gambar 1.22 Pengolahan atau pemurnian logam
Sumber: Flickr/X376 (2006)

Pengolahan secara fisika dan kimia tanpa ekstraksi metal yaitu pengolahan bahan galian dengan cara fisika dan kimia tanpa adanya melalui proses konsentrasi dan ekstraksi metal. Contohnya secara fisika dan kimia tanpa ekstraksi metal yaitu pengolahan batubara pada tingkat rendah menggunakan reagen kimia. Pengolahan bahan galian secara fisika dan kimia dengan ekstraksi metal yaitu pengolahan bahan galian yang termasuk dalam kategori logam mulia dan logam dasar seperti Au, Ag, Pt, Cu, Pb dan Zn. Secara sekilas pengolahan atau pemurnian logam diilustrasikan pada gambar 1.22 di atas.

Tugas

Sesuai dengan aturan mengenai ekspor bahan tambang saat ini, oleh pemerintah dibuat aturan bahwa tidak boleh lagi mengekspor bahan mentah. Oleh karena itu perusahaan tambang didorong untuk melakukan pengolahan dan atau pemurnian bahan tambang. Tugas kalian sekarang adalah:

1. Membedakan antara pengolahan dan atau pemurnian.
2. Apakah semua jenis bahan tambang harus dan atau bisa diolah atau dimurnikan?

G. Pemasaran

Bahan galian sudah selesai diolah atau dimurnikan, maka bahan galian tersebut akan dipasarkan. Baru pada tahap inilah perusahaan pertambangan akan mendapatkan pemasukan secara finansial dari serangkaian panjang tahap-tahap pertambangan. Pada tahap prospeksi sampai tahap pengolahan atau pemurnian, perusahaan pertambangan masih mengeluarkan biaya produksi yang sangat besar.

Dalam sistem pemasaran bahan galian, biasanya sudah terjalin ikatan jual beli antara pengusaha tambang dengan pembeli berupa ikatan kontrak jual beli, baik beli jangka panjang dan jangka pendek.

Tugas

Perusahaan tambang mulai mendapat pemasukan dari serangkaian panjang proses bisnis pertambangan ketika sudah memasarkan bahan tambangnya. Sekarang kalian cari informasi mengenai harga-harga komoditas tambang pada saat ini, bisa diinternet, media cetak, media elektronik maupun media yang lain! Sertakan sumber informasi tersebut di akhir jawaban kalian!

H. Reklamasi dan Pascatambang

Reklamasi adalah kegiatan yang bertujuan memperbaiki atau menata kegunaan lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan, agar lahan tersebut dapat berfungsi dan berdaya guna sesuai peruntukannya (Waterman Sulistyana Bargawa, 2015).

Reklamasi ini dilaksanakan dengan cara memperbaiki dan memulihkan lahan bekas tambang walaupun tidak bisa kembali seperti sedia kala dengan penanaman kembali (reboisasi). Reklamasi ini sangat penting karena pengaruh atau dampak negatif dari penambangan tersebut pasti mengakibatkan perubahan lingkungan, baik secara fisik, kimia maupun biologi, diantaranya bentuk lahan, tumbuhan, hewan, kondisi tanah, kualitas air, pola pengaliran, debu, getaran, serta mengganggu maupun merubah komunitas manusia jika terdapat komunitas manusia di wilayah tambang. Pada gambar 1.23 berikut merupakan salah satu contoh reklamasi pascatambang pada daerah bekas tambang.

Gambar 1.23 Reklamasi Tambang Batu Hijau

Sumber: Pushep (2020)

Perubahan lingkungan fisik, kimia, biologi termasuk perubahan di komunitas masyarakat ini harus diatur dengan sebaik mungkin untuk menghindari dampak negatif pada lingkungan yang berakibat negatif seperti erosi, pendangkalan sungai maupun danau, drainase yang buruk, turunnya bahkan hilangnya kesuburan tanah, tumbuhnya tanaman-tanaman liar (gulma), munculnya hama, pencemaran air permukaan maupun air tanah oleh bahan berbahaya beracun dan akibat buruk lainnya.

Tahap reklamasi secara sederhana meliputi dua proses kerja, yaitu pemulihan kembali area bekas tambang yang bertujuan untuk memperbaiki fungsi lahan yang terganggu ekosistemnya, dan menyiapkan lahan tersebut untuk penggunaan selanjutnya seperti perhutanan, perkebunan dan pemanfaatan-pemanfaatan lain.

Pentingnya reklamasi pascatambang, maka proses pengajuan ijin tambang salah satu klausul yaitu mengenai jaminan reklamasi. Hal ini bertujuan supaya perusahaan pertambangan benar-benar berkomitmen untuk melaksanakan reklamasi pascatambang, sehingga kerusakan lahan bisa dikurangi walaupun tidak bisa mencapai seratus persen seperti sebelum ditambang, serta bisa dimanfaatkan lagi untuk kepentingan yang lain.

Tugas

Salah satu isu yang selalu mengiringi aktivitas penambangan salah satunya adalah isu lingkungan. Sekarang silahkan kalian mencari data-data terkait dengan kegiatan pascatambang yang berhasil dalam pelaksanaan reklamasi dan pemanfaatan kembali lahan bekas tambang!

Proses bisnis pertambangan merupakan suatu proses panjang dalam mendapatkan suatu jenis bahan galian. Harus jelas diantara istilah tambang, pertambangan dan penambangan. Tambang yaitu suatu cebakan, parit, lubang di dalam tanah, baik berupa mineral, batuan, logam, batubara, dan material lainnya.

Pertambangan meliputi kegiatan yang bertujuan untuk penyelidikan, pengelolaan, dan pengusahaan mineral atau batubara, yang kegiatannya terdiri dari penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengangkutan, pengolahan dan atau pemurnian, pemasaran, serta kegiatan pascatambang terutamanya reklamasi (Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara).

Penambangan lebih merujuk pada proses pelepasan dan pengambilan material baik mineral maupun batuan di permukaan bumi sampai bawah permukaan bumi.

Tahapan-tahapan dalam aktivitas pertambangan secara garis besar meliputi:

1. Penyelidikan umum bertujuan untuk mencari keberadaan atau tidaknya material-material yang mempunyai nilai ekonomis, terdiri atas studi literatur dan tinjauan sepintas lalu untuk mendapatkan informasi dari aspek teknis terkait utama dengan keterdapatan mineral maupun bijih dan proses-proses geologi yang ada, sedangkan aspek nonteknis seperti posisi lokasi penyelidikan berada, akses menuju lokasi penyelidikan dan sarana prasarana pendukung seperti jalan, jembatan, bandara, pelabuhan, pasar maupun fasilitas-fasilitas umum yang lain.
2. Eksplorasi dilakukan untuk memperoleh data yang lebih rinci terkait aspek dimensi, bentuk, posisi keberadaan, kualitas atau

kadar bijih, termasuk karakteristik dari batuan dimana bijih tersebut berada (*host rock*) maupun karakteristik lapisan penutup (*overburden*), dengan melakukan pemetaan geologi, pemboran eksplorasi, pemetaan topografi, survei geofisika maupun survei geokimia. Tahapan Eksplorasi terdiri atas tahap eksplorasi pendahuluan dan tahapan eksplorasi detail, target akhir tahapan eksplorasi untuk mendapatkan data yang lebih teliti mengenai bentuk, volume cadangan penyebaran kadar atau kualitas bahan galian secara horizontal maupun vertikal, ketebalan, kedalaman, kemiringan, dan pola penyebaran cadangan secara 3 dimensi yang menjelaskan panjang, lebar dan tebal serta data mengenai karakteristik batuan pembawa bahan galian (*host rock*), kondisi air tanah, dan penyebaran struktur geologi.

3. Studi kelayakan merupakan tahapan akhir apakah kegiatan penambangan endapan bahan galian tersebut layak dilakukan atau tidak. Jika dari beberapa paremeter tersebut disimpulkan layak maka akan direkomendasikan ke tahap selanjutnya, tetapi jika belum layak, maka data akan diarsipkan.

4. Perencanaan tambang didasarkan atas perhitungan cadangan bahan galian yang sudah layak untuk ditambang, dengan kategori cadangan terukur. Besaran cadangan bahan galian yang dijadikan acuan dikategorikan menjadi tiga, yaitu cadangan terukur, cadangan terindikasi dan cadangan tereka.

5. Konstruksi pada pertambangan meliputi pembuatan jalan tambang (*hauling road*), *stock pile, disposal area*, perkantoran, pelabuhan, bengkel, wisma karyawan, fasilitas komunikasi, pembangkit listrik, gudang, fasilitas pengolahan bahan galian dan fasilitas-fasilitas lain yang dibutuhkan untuk menunjang keberlangsungan kegiatan penambangan bahan galian di lokasi tambang.

6. Penambangan terdiri dari aktivitas penggalian maupun pembongkaran, pemuatan dan pengangkutan bahan galian. Metode penambangan terdiri dari metode tambang terbuka, tambang bawah tanah dan tambang bawah air.

7. Pengolahan dan atau pemurnian bahan galian untuk meningkatan nilai jual bahan galian tersebut dengan salah satunya adalah pendirian *smelter* pada perusahaan pertambangan.
8. Pemasaran sebagai tahap ketika perusahaan pertambangan akan mendapatkan pemasukan secara finansial dari serangkaian panjang tahap-tahap pertambangan.
9. Reklamasi dan pascatambang bertujuan memperbaiki atau menata kegunaan lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan, agar lahan tersebut dapat berfungsi dan berdaya guna sesuai peruntukannya.

Refleksi

Setelah mempelajari materi-materi di atas, tandailah bagian-bagian yang sudah kalian kuasai dengan tanda centang!

No.	Tahap-tahap Pertambangan	Sudah Menguasai	Belum Menguasai
1	Prospeksi		
2	Eksplorasi		
3	Perencanaan tambang		
4	Konstruksi		
5	Penambangan		
6	Pengolahan dan pemurnian		
7	Pemasaran		
8	Reklamasi dan pascatambang		

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

1. Jelaskan tahapan proses-proses bisnis pertambangan!
2. Berikan alasan mengapa prospeksi itu penting!
3. Pekerjaan atau kegiatan apa saja yang dilaksanakan selama eksplorasi?
4. Aspek apa saja yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan tambang?
5. Apa saja yang perlu dibangun dalam tahap konstruksi tambang?
6. Apakah semua bahan tambang harus diolah atau dimurnikan?
7. Bagaimana proses pemasaran bahan galian?
8. Seberapa pentingkah reklamasi pascatambang?

Setelah mempelajari proses bisnis pertambangan, kalian dapat mencari tahu tentang tokoh-tokoh yang berhasil dalam bidang pertambangan sebagai motivasi kalian untuk mendalami bidang ini. Kalian dapat mencarinya melalui berbagai sumber, seperti: buku, koran, atau internet.

Lembar Kerja Siswa

Program Keahlian	:	Teknik Geologi Pertambangan
Kelas/Semester	:	X/1
Mata Pelajaran	:	Dasar-dasar Geologi Pertambangan
Elemen	:	Proses Bisnis Pertambangan
Pertemuan ke	:	7

I. PETUNJUK

a. Pelajari secara seksama mengenai proses bisnis pertambangan!
b. Pahami urutan dari tahapan-tahapan dalam proses tersebut!

II. ALAT

a. Pensil
b. Penghapus
c. Penggaris
d. Pulpen
e. Materi proses bisnis pertambangan

III. BAHAN

Kertas HVS

IV. TUGAS

Buatlah diagram alir dari proses bisnis pertambangan tersebut!

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
2022
Dasar-Dasar Teknik Geologi Pertambangan
Penulis : Gandung Yustiadi
ISBN : 978-623-388-009-1 (PDF)

Bab 2
Perkembangan Teknologi Pertambangan

Pertanyaan Pemantik

Barang-barang yang terbuat dari bahan logam telah banyak membantu kehidupan kita saat ini. Menurut kalian, apakah manusia pada zaman dahulu menggunakan logam-logam seperti besi, tembaga, emas, atau logam lainnya? Kemudian kalau mereka memakainya, kira-kira diperoleh dari manakah logam-logam tersebut?

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu:

1. Menjelaskan sejarah perkembangan teknologi di bidang pertambangan mulai dari teknologi pertambangan konvensional sampai teknologi modern.
2. Menjelaskan Era Revolusi Industri 4.0 dibidang pertambangan.
3. Menjelaskan penerapan teknik digitalisasi di bidang industri pertambangan.
4. Menjelaskan isu-isu global terkini serta pengaruhnya pada bidang pertambangan.
5. Menjelaskan perubahan iklim dunia maupun lokal dan pengaruhnya bagi industri pertambangan.
6. Menjelaskan aspek-aspek ketenagakerjaan dalam industri pertambangan, termasuk kompetensi-kompetensi yang dibutuhkan untuk bekerja di industri pertambangan.
7. Menjelaskan faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam perhitungan umur tambang sebagai dasar pembukaan suatu tambang.

Peta Konsep

Aktivitas pertambangan telah dikenal oleh manusia sejak beberapa abad yang lalu sebagai salah satu penunjang kehidupan mereka. Di era modern ini aktivitas pertambangan juga masih terus belangsung. Salah satu hal yang membedakan antara aktivitas pertambangan pada zaman dahulu dan sekarang yang paling jelas adalah teknologinya.

Perkembangan teknologi pertambangan berkaitan erat dengan beberapa faktor yang lain. Faktor apa saja yang mempengaruhi perkembangan teknologi pertambangan, silahkan lihat dan cermati peta konsep mengenai perkembangan teknologi pertambangan seperti diilustrasikan pada gambar 2.1 berikut!

Teknologi Pertambangan

Teknologi Pertambangan Konvensional

Revolusi Industri 4.0

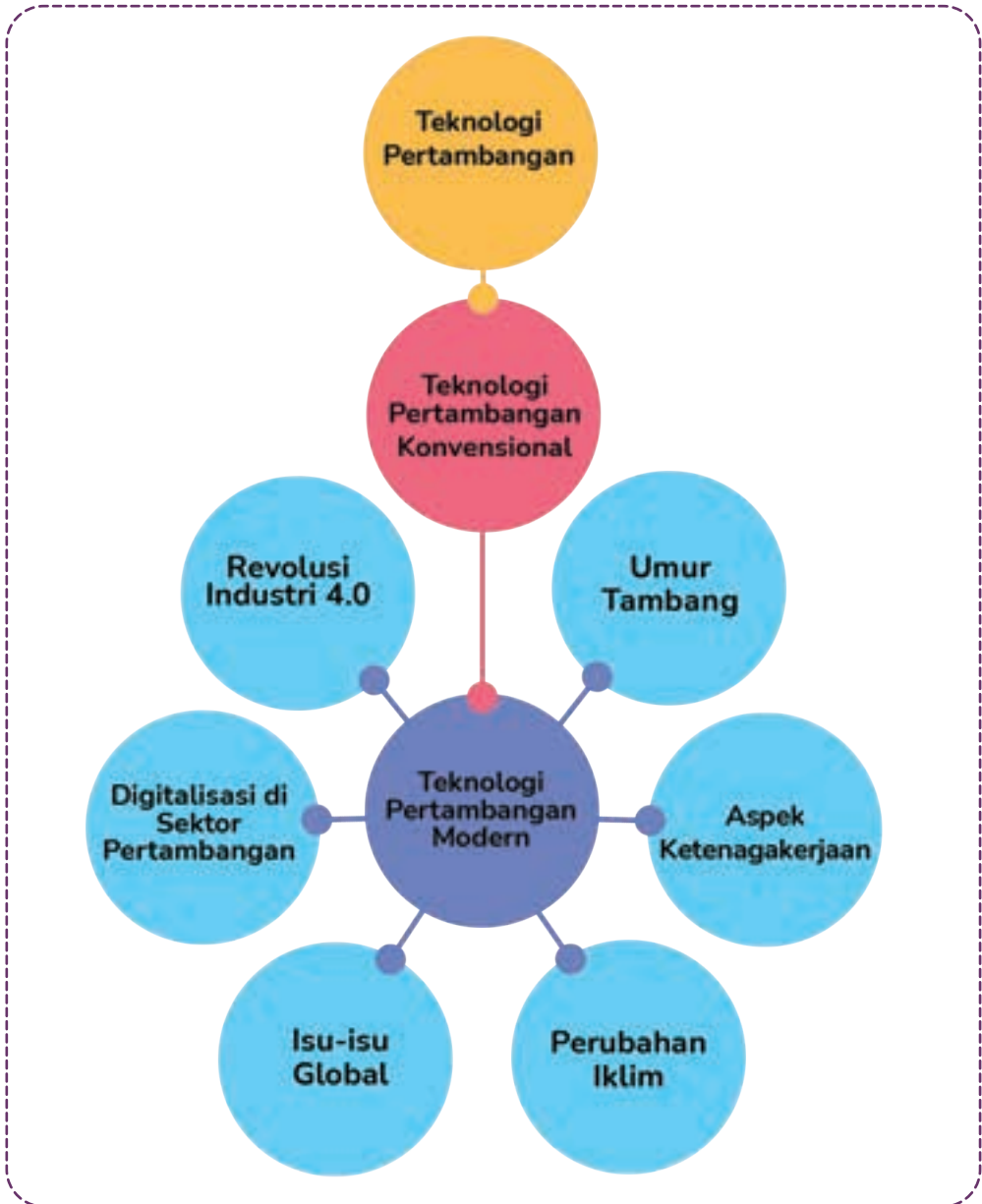
Umur Tambang

Digitalisasi di Sektor Pertambangan

Teknologi Pertambangan Modern

Aspek Ketenagakerjaan

Isu-isu Global

Perubahan Iklim

Gambar 2.1 Peta konsep perkembangan teknologi pertambangan

Kata Kunci

Revolusi Industri 4.0, digitalisasi, iklim, ketenagakerjaan.

Negara kita dikaruniai potensi sumber daya alam yang melimpah dan sudah turun temurun dimanfaatkan. Menurut kalian apa yang bisa menjamin keberlangsungan penambangan bahan galian tersebut?

A. Perkembangan Teknologi

Bumi yang kita tempati ini dikaruniai bahan galian yang begitu melimpah. Semua yang dianugerahkan oleh Tuhan Yang Maha Esa kepada manusia pasti dibutuhkan oleh manusia. Dalam kehidupan sehari-hari kita tidak bisa lepas dari benda- benda sebagai produk bahan tambang.

Tahukah kalian mulai kapan benda-benda hasil tambang tersebut mulai digunakan untuk menunjang kehidupan manusia?

1. Sejarah Pertambangan di Dunia

Aktivitas pertambangan di dunia diawali dari sejak peradaban manusia, ketika pada saat itu manusia mulai memanfaatkan pasir, keramik, dan logam yang ditemukan pada permukaan bumi. Bahkan sejak zaman prasejarah, manusia sudah mulai melakukan aktivitas pertambangan sebagai upaya untuk menunjang keberlangsungan hidupnya seperti untuk membuat peralatan senjata untuk mencari makanan dengan cara berburu.

Sejarah pertambangan mencatat bahwa salah satu tambang tertua terdapat di Gua Singa, Swaziland, Afrika yang diprediksi berumur kurang lebih 43.000 tahun yang lalu, berdasarkan hasil dari

Gambar 2.2 Tambang konvensional

analisis data radiokarbon. Kemudian disusul oleh Bangsa Mesir yang pertambangannya dimulai dengan dibukanya Tambang Emas Nubia. Sedangkan di Benua Eropa, aktivitas pertambangan yang relatif awal dibuat adalah Tambang Perak di Laurium yang berada di Kota Athena pada Zaman Romawi. Salah satu contoh tambang konvensional diilustrasikan pada gambar 2.2 di atas.

Seiring perkembangan sejarah pada sekitar abad pertengahan, kegiatan pertambangan telah berubah dengan cepat, yang diindikasikan karena kebutuhan terutama untuk peralatan perang, sehingga orientasi penambangan cenderung beralih pada ekstraksi logam tembaga dan logam-logam lainnya untuk keperluan pada saat itu terutama bidang persenjataan dan perlengkapan perang yang lain.

2. Sejarah Pertambangan di Indonesia

Indonesia sebagai negara yang juga dikaruniai potensi bahan galian yang melimpah, maka seiring waktu, pertambangan juga mulai masuk dan berkembang di Indonesia. Bahan tambang yang melimpah di Indonesia di antaranya adalah minyak bumi, gas bumi, batubara, bijih besi, emas, nikel, timah, bauksit dan logam-logam yang lain. Kekayaan sumber daya alam bahan tambang ini pulalah yang menjadi salah satu penyebab terjadinya penjajahan di Indonesia. Di satu sisi terjadi eksploitasi bahan galian oleh penjajah, tetapi disisi lain juga terjadi transfer teknologi terutama teknologi pertambangan.

Sejarah pertambangan di Indonesia dimulai pada tahun 1602, dimana pada saat itu Pemerintah Hindia Belanda membuat persekutuan dagang (VOC), yang merupakan usaha perdagangan dari berbagai komoditas termasuk hasil pertambangan. Selanjutnya pada tahun 1850 Pemerintah Hindia Belanda membentuk Mijnwezenn atau Dinas Pertambangan yang berkedudukan di Batavia.

Perkembangan pertambangan di Indonesia dibuka oleh Bangsa Barat pada umumnya, oleh Pemerintah Hindia Belanda juga disertai dengan mulai dibukanya pendidikan oleh Pemerintah Hindia Belanda. Hingga saat era kemerdekaan Republik Indonesia, rata-rata penambangan yang pernah dibuka dan kemudian ditinggalkan oleh Pemerintah Hindia Belanda masih dilanjutkan pengelolaannya oleh Pemerintah Republik Indonesia.

Hal ini sesuai dengan amanah yang tercantum pada pasal 33 ayat 3 UUD 45 yang menyatakan "bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat". Dengan kata lain bahwa pengelolaan sumber daya alam yang benar dapat memajukan peradaban suatu bangsa.

Sampai saat ini, aktivitas pertambangan telah dan terus berjalan dengan teknologi yang terus berkembang dari teknologi pertambangan konvensional sampai teknologi pertambangan modern mengikuti

Gambar 2.3 Tambang modern

Sumber: Xinhua/Li Jianan (2020)

perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kebutuhan manusia serta peradaban manusia. Gambar 2.3 di atas merupakan salah satu contoh tambang modern, sehingga antara alat dengan operator tidak berada dalam satu tempat atau alat bisa dioperasikan dari jarak jauh.

Perkembangan kecanggihan teknologi yang hangat diperbincangkan adalah penggunaan piranti atau mesin tanpa awak atau sering disebut dengan *drone*. Hampir semua bidang kehidupan sekarang menggunakan *drone*. *Drone* sendiri sebelum banyak digunakan sekarang, sebenarnya sudah terlebih dahulu digunakan dalam sektor teknologi pertambangan.

Pesatnya perkembangan teknologi khususnya di bidang pertambangan membuat operasional tambang menjadi lebih efektif dan efisien. Selain itu juga menciptakan operasional kerja tambang dalam kehidupan yang lebih aman secara berkelanjutan serta menekan dampak buruk

serendah mungkin dari akibat dilaksanakannya aktivitas pertambangan, terutama dampak buruk terhadap lingkungan hidup.

Efek yang ditimbulkan dari diaplikasikannya terknologi modern pada bidang pertambangan ini selain efek positif baik untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi waktu, kerja, kualitas dan keselamatan manusia, juga menghasilkan efek negatif secara sosiologis. Dampak negatif tersebut antara lain adalah dengan berkurang porsi manusia untuk bekerja pada sektor pertambangan karena sebagian posisi manusia sudah digantikan oleh piranti atau mesin.

Berikut ini merupakan jenis-jenis teknologi yang harus diterapkan di lingkungan pertambangan:

a. Teknologi untuk perlindungan manusia

Teknologi pertama yang harus diterapkan adalah teknologi yang bertujuan untuk memberi perlindungan bagi manusia dalam hal ini adalah pekerja tambang. Teknologi ini bisa berupa perlindungan keselamatan fisik pekerja tambang di lokasi tambang sampai jaminan fasilitas kesehatan.

Dalam penerapan teknologi yang bertujuan untuk meminimalkan risiko terjadinya kecelakaan juga harus diiringi dengan peralatan dan fasilitas keselamatan dan kesehatan, termasuk edukasi untuk memaksimalkan perlindungan yang diberikan.

Penerapan teknologi perlindungan keselamatan dan kesehatan di area tambang dilakukan dengan penyediaan APD (Alat Pelindung Diri) yang lengkap dan terstandarisasi seperti helm, rompi, sepatu, kacamata, penyaring udara, sarung tangan, pelindung telinga, dan lain-lain.

b. Teknologi Alat Berat

Teknologi kedua yang harus ada adalah teknologi yang berkaitan dengan peralatan untuk keperluan pertambangan, terutama alat berat.

Proses penggalian sumber mineral maupun batubara bisa dilakukan dengan kedalaman sampai ribuan meter di bawah permukaan bumi. Kondisi tersebut ditambah dengan waktu yang lama serta cuaca, nantinya juga akan meningkatkan risiko kecelakaan di lokasi pertambangan terutama terjadinya galian runtuh. Oleh sebab itu perusahaan pertambangan menyediakan alat berat dengan teknologi terkini dan teruji dalam menjamin keselamatan dan kesehatan.

Dengan penerapan teknologi modern dalam bidang pertambangan, maka posisi manusia terutama pada lokasi-lokasi yang mempunyai risiko terjadi kecelakaan tinggi seperti di tambang bawah tanah, sehingga posisi tersebut bisa digantikan oleh mesin, dan manusia hanya memonitor saja di area aman, sehingga risiko kecelakaan bisa ditekan.

c. Teknologi untuk Mengatasi Dampak Negatif pada Lingkungan

Teknologi ketiga yang harus diterapkan oleh perusahaan pertambangan adalah teknologi yang berkaitan dengan kegiatan mengurangi akibat negatif kegiatan tambang terhadap lingkungan hidup, karena seharusnya aktivitas pertambangan adalah mencari, mengeksploitasi, mengelola dan memanfaatkan sumber daya alam yang tujuannya baik.

Akan tetapi setiap hal baik yang dilakukan manusia, berapapun porsinya pasti menghasilkan efek kurang baik bagi manusia. Kegiatan pertambangan ini menggunakan alat-alat mekanis dan beberapa bahan kimia yang sudah pasti mempunyai dampak buruk bagi kesehatan lingkungan. Oleh karena itu, harus ada teknologi untuk menanggulanginya supaya keselamatan dan kesehatan lingkungan hidup tetap terjaga.

Saat ini sedang digencarkan kampanye penambangan yang berwawasan lingkungan yang tentunya tidak hanya kampanye saja tetapi sudah banyak perusahaan pertambangan yang menerapkan teknologi penambangan yang berwawasan lingkungan. Dengan

penerapan penambangan yang berwa-wasan lingkungan tersebut bertujuan membantu menekan risiko tanah tercemar oleh hidrokarbon, kontaminasi air asam tambang sehingga dapat melindungi pekerja maupun masyarakat sekitar pertambangan.

3. Tujuan Pemanfaatan Teknologi di Pertambangan

Penerapan teknologi modern pada semua lini bidang pertambangan ini memiliki banyak tujuan untuk kebaikan semua pihak yang terkait. Tujuan- tujuan tersebut diantaranya:

a. Meminimalisasi Kecelakaan

Menekan angka kecelakaan kerja yang sering terjadi di lingkungan pertambangan, sehingga bisa memberikan rasa aman dan nyaman bagi para pekerja lapangan.

b. Peningkatan Efektivitas dan Efisiensi

Efisiensi dan efektivitas waktu, tenaga dan perangkat kerja pada kegiatan pertambangan bisa dicapai salah satunya dengan penerapan teknologi pertambangan yang terkini.

c. Meminimalisasi Rusaknya Lingkungan

Dengan penerapan teknologi pertambangan terkini, maka diharapkan bisa meminimalisir bahkan bisa menanggulangi dan mencegah dampak negatif kegiatan pertambangan terhadap kesehatan lingkungan sekitarnya.

Penerapan teknologi pertambangan yang sifatnya wajib tidak hanya membantu melindungi pekerja tambang di area tambang saja, tetapi juga akan membantu melindungi masyarakat sekitar area pertambangan.

Dengan demikian kegiatan pertambangan tidak merugikan masyarakat, baik kerugian jangka pendek maupun jangka panjang.

Berbanding lurus dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, di industri pertambanganpun terus mengikuti perkembangan terkini, sehingga proses kerja semakin efektif dan hasil produksi semakin besar. Hal ini juga diikuti dengan tingkat keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi pekerja.

Dihimpun dari laman www.mininggloba l.com yang dikutip dalam www.duniatambang.co.id (2020), pada saat ini, beberapa inovasi yang diaplikasikan di bidang pertambangan, di antaranya:

1. *Digital Twins*

Digital Twins adalah merupakan suatu teknologi baru yang menggunakan perang *big data* yang difungsikan dalam memonitor pekerjaan eksplorasi bahan galian dari jarak jauh, sehingga dapat mengurangi pengeluaran. Perusahaan juga dapat melakukan simulasi untuk menentukan sejauh mana efisiensi dan produktivitas hasil tambang di waktu yang akan mendatang. Selain itu teknologi ini juga dapat membantu dalam penyusunan perencanaan operasional selama tahap eksplorasi bahan galian.

2. Perlengkapan Keselamatan Modern

Salah satu jenis peralatan yang dimaksud adalah *SmartCap*, yang berupa helm yang dilengkapi sensor. Sensor pada helm ini bisa mendeteksi tanda atau gejala kelelahan yang mulai melanda pada pekerja yang memakai helm tersebut. Helm ini juga dapat memprediksi dampak insiden yang kemungkinan bisa terjadi di lokasi pertambangan. Perlengkapan kedua adalah *Centennial Coal*, yaitu sejenis sepatu *boot* yang menawarkan kestabilan, dukungan pergelangan kaki dan anti air.

3. Model Bisnis Revolusioner

Merupakan aplikasi perangkat lunak secara efektif di masa kini bisa membantu perusahaan tambang meraih sumber pendapatan baru yang potensial. Perusahaan tambang juga bisa menjalankan bisnisnya dengan tidak berdiri sendiri, tetapi bisa bekerja sama dengan perusahaan lain yang relevan bidang usahanya. Dalam cakupan yang lebih luas, perusahaan pertambangan bisa membangun wadah yang terintegrasi untuk menghubungkan kerja samanya dengan perusahaan dibidang lain tetapi masih terkait dengan bidang pertambangan, seperti pelayaran dan logistik.

4. Logistik Otomatis

Teknologi ini sudah diuji coba sejak 2017 dengan pengiriman kereta api bijih besi tanpa pengemudi sejauh 100 km di Australia Barat. Pada perkembangannya juga akan dikembangkan pada kapal kargo otomatis. Teknologi ini dapat menurunkan biaya tenaga kerja, dan membuat transportasi menjadi lebih aman dan efisien.

5. Pengumpulan Data Secara Rutin

Dengan teknologi ini perusahaan pertambangan bisa mengelola kegiatan operasional dari jarak jauh. Salah satu perusahaan pertambangan yang sudah menerapkan adalah salah satu perusahaan pertambangan asal Swedia. Perusahaan ini menghubungkan sensor melalui bantuan robotik untuk mengumpulkan data di tambang dan menghubungkan data dari lapangan ke pusat kontrol untuk diproses lebih lanjut. Dengan teknologi ini perusahaan dapat menerapkan pemeliharaan secara otomatis dan memprediksi penggantian komponen-komponen kerjanya.

Setelah mempelajari tentang perkembangan teknologi pertambangan, silahkan kalian berdiskusi dalam sebuah kelompok diskusi yang berisi tiga atau empat peserta didik, mengenai beberapa hal seperti peralatan tambang apa saja yang menurut kalian paling canggih saat ini beserta alasan-alasan penggunaan alat tersebut. Semua anggota kelompok diskusi harus memberikan sumbang sarannya. Selanjutnya setiap kelompok dapat mempresentasikan hasil diskusinya, dan menerima tanggapan atau pertanyaan dari kelompok lain.

B. Revolusi Industri 4.0 di Bidang Geologi Pertambangan

Pernahkah kalian mendengar istilah Era Revolusi Industri 4.0? Kalau kalian sudah bahkan sering mendengar istilah tersebut, pertanyaan selanjutnya adalah tahukah kalian maksud dari revolusi industri tersebut? Mari kita bahas istilah tersebut berdasarkan pendapat beberapa tokoh.

Ada beberapa sumber yang menjelaskan definisi dari Revolusi Industri 4.0. Menurut pendapat Kanselir Jerman Angela Markel (dalam Prasetyo dan Sutopo, 2018:19) bahwa Industri 4.0 adalah transformasi yang kompherenshif dari keseluruhan aspek produksi di industri melalui penggabungan teknologi digital dan internet dengan industri konvensional.

Pendapat lain yang disampaikan oleh Kagermann (dalam Prasetyo dan Sutopo, 2018:19) bahwa Industri 4.0 adalah integrasi dari *Cyber Physical System* (CPS) dan *Internet of Things and Service* (IoT dan IoS) ke dalam proses industri yang meliputi manufaktur dan logistik serta proses

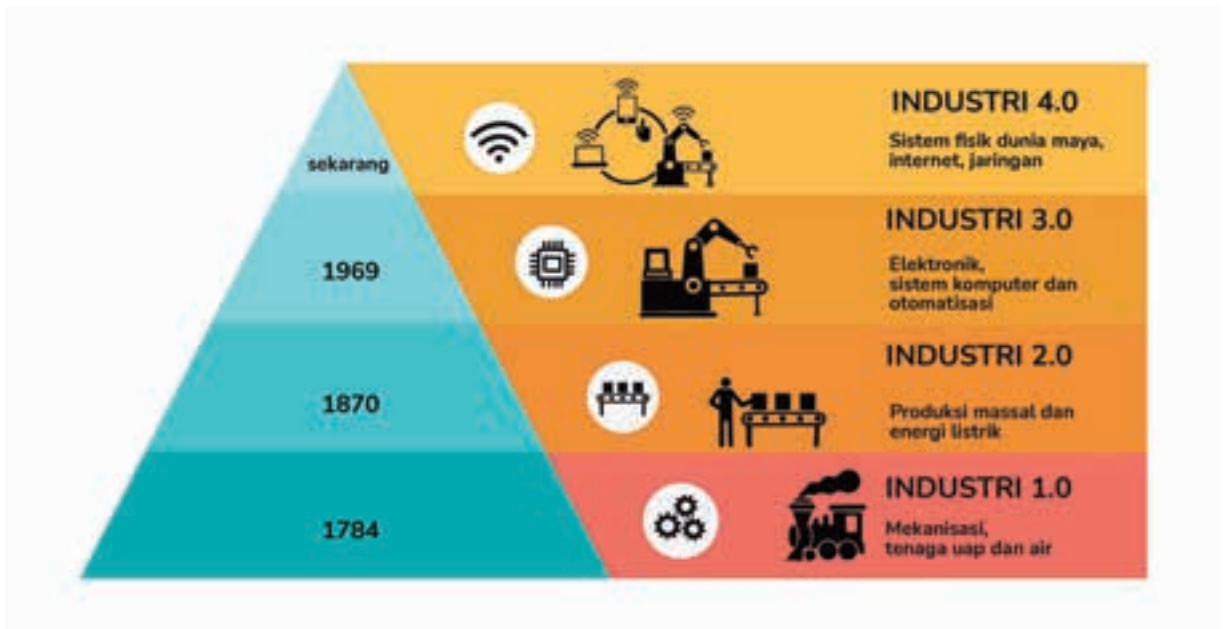
lainnya. *Cyber Physical System* (CPS) adalah teknologi yang digunakan untuk menggabungkan antara dunia nyata dengan dunia maya.

Hermann dkk, (2015) (dalam Prasetyo dan Sutopo, 2018:19) menambahkan bahwa Industri 4.0 adalah istilah yang digunakan untuk menyebut sekumpulan teknologi dan organisasi rantai nilai yang berupa *Smart Factory*, CPS, IoT dan IoS. *Smart Factory* adalah pabrik modular dengan teknologi CPS yang memonitor proses fisik produksi untuk kemudian menampilkannya secara virtual dan melakukan desentralisasi pengambilan keputusan.

Revolusi Industri dari simpulan beberapa tokoh adalah era industri yang merupakan seluruh entitas yang ada di dalamnya dapat saling berkomunikasi secara *real time* kapan saja dengan berlandaskan pemanfaatan teknologi internet dan CPS (*Cyber-Physical System*) guna mencapai tujuan tercapainya kreasi nilai baru.

Di berbagai bidang kehidupan sekarang berlomba memperbaharui atau memperbarui dirinya untuk bisa menyesuaikan diri dengan Era Revolusi Industri 4.0 tersebut, tidak terkecuali bidang pertambangan. Dengan penerapan revolusi industri 4.0 selain dampak positif, juga menimbulkan keresahan di kalangan pekerja terutama pekerja di sektor pertambangan.

Keresahan ini cukup beralasan dikarenakan penerapan industri 4.0 secara otomatis terjadi pergeseran posisi kerja manusia bahkan pengurangan posisi kerja manusia karena beberapa posisi kerja yang semula dioperasikan manusia akan diganti dengan robot yang dikendalikan oleh sistem komputer. Secara otomatis posisi kerja manusia sebagai operator akan dikurangi sehingga persaingan kerja juga semakin sengit, apalagi dengan semakin banyaknya kompetitor dalam satu bidang keilmuan. Untuk lebih mudah dalam mempelajari dan membandingkan perkembangan generasi industri, silahkan cermati gambar 2.4 di atas.

Kita tidak bisa menghindar apalagi sembunyi dari perkembangan Industri 4.0 ini, karena semakin kita anti terhadap revolusi ini, kita akan

Gambar 2.4 Perkembangan generasi industri

semakin repot sendiri menjalani kehidupan ini. Perkembangan zaman harus diikuti dengan menerapkan pola kehidupan yang dinamis pula. Kalian harus cepat belajar di era perubahan yang cepat ini. Perubahan tidak membutuhkan waktu yang lama, jika kalian tidak cepat belajar, maka kemungkinan perubahan yang kemarin belum kalian kuasai, hari ini atau besok sudah terjadi perubahan yang lebih canggih lagi.

Salah satu cara untuk menyongsong era revolusi industri 4.0 ini adalah dengan memperluas wawasan belajar, sehingga kalian bisa menjadi multi talenta, sebagai contoh jika suatu saat pelaksanaan pengukuran topografi sudah maju dan tidak lagi menggunakan Theodolite secara manual di lapangan dan digantikan dengan *drone*, maka kalian harus bisa megoperasikan *drone* tersebut.

Diskusi

Karena revolusi industri 4.0 di sektor pertambangan merupakan hal yang masih relatif baru, maka selanjutnya silahkan kalian bentuk kelompok, tiap kelompok terdiri dari empat peserta didik. Kemudian carilah contoh perusahaan pertambangan mana saja yang saat ini telah menggunakan teknologi 4.0. Diskusikan dengan anggota kelompok diskusi kalian, kemudian presentasikan dihadapan pendidik dan peserta didik di kelas.

C. Penerapan Teknik Digitalisasi

Setelah sebelumnya kalian belajar tentang revolusi industri 4.0, maka sekarang kalian juga harus mempelajari istilah yang juga relatif baru yaitu tentang digitalisasi. Apakah kalian sering mendengar atau apakah kalian paham dengan istilah tersebut? Mari kita pelajari bersama-sama.

Makna digitalisasi di kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah proses pemberian atau pemakaian sistem digital. Digitalisasi saat ini dikembangkan hampir di seluruh bidang kehidupan, tidak terkecuali di bidang pertambangan.

Teknologi digital yang merupakan bagian dari prinsip revolusi industri 4.0 yang berkembang sangat cepat membuat beberapa perusahaan tambang global ikut bertransformasi digital agar mampu menghasilkan produksi yang lebih besar, biaya yang lebih efisien dan keselamatan kerja bagi pekerja serta lingkungan hidup yang lebih baik.

Teknologi digital pada bidang pertambangan saat ini mulai digunakan mulai pada perencanaan dan pengembangan lahan tambang, operasional tambang, sistem transportasi sampai pada tahap pengolahan hasil tambang dengan salah satu fasilitasnya yang sedang ramai dibuat sekarang yaitu *smelter*.

Gambar 2.5 Penerapan digitalisasi di sektor pertambangan

Sumber: Westrac.com (2021)

Digitalisasi di sektor pertambangan membuat perubahan yang sangat berarti pada proses kerja. Dengan digitallisasi, kegiatan tambang bawah tanah sudah semi otomatis, sebagai contoh mesin bor dioperasikan oleh operator (*driller*) dari jarak jauh (dari ruang operasi pusat), selanjutnya material hasil pembongkaran diangkut ke dalam kontainer kemudian dikumpulkan sementara pada suatu tempat. Penerapan salah satu penerapan digitalisasi di sektor pertambangan ditunjukkan pada gambar 2.5 di atas.

Selanjutnya material diangkut dengan truk ke tempat penyimpanan transisi sebelum dikirimkan melalui truk atau *conveyor belt* ke tempat penampungan akhir. Hal yang sama juga diaplikasikan pada tambang terbuka. Dengan teknologi digital optimalisasi proses penambangan lebih baik sehingga hasilnya lebih efektif dan efisien.

Berikut adalah teknologi digital yang digunakan dalam operasi pertambangan saat ini antara lain adalah *Internet of Things (IoT), Cloud Computing, Big Data, Machine Learning, Artificial Intelligent (AI), Augmented Reality (AR),* mesin robot untuk *drilling, Drones, Autonomous Truck, Digital Twins* hingga *Blockchain*. Tenaga operator yang bekerja dari pusat pengopreraisan akan digantikan oleh mesin bor robot, karena

robot sudah diprogram sehingga mampu menjalankan tugas membor secara mandiri.

Tenaga kerja manusia hanya berfungsi sebagai pengawas atau pengendali kegiatan operasional pertambangan. Dalam sektor transportasi tambang, *autonomous truck* akan berjalan secara otomatis tanpa sopir untuk membawa material tambang ke tempat pengumpulan karena sudah diprogram oleh tenaga kerja manusia.

Pada sektor teknologi informasipun juga demikian, Teknologi IoT menjadikan semua elemen produksi dan manusia terhubung ke dalam sistem pengolahan data secara terintegrasi, sehingga terkumpul data tentang kegiatan mesin bor robot, alat produksi penunjang, kondisi lahan tambang, sistem transportasi dan kondisi pekerja yang sedang bekerja secara *realtime*. Informasi yang dihasilkan tersebut sangat penting agar operasi tambang dapat bekerja secara berkesinambungan selama 24 jam dalam tujuh hari kerja.

Selain pada proses penambangan, digitalisasi bisnis juga dilakukan di bidang transportasi, *supply chain management*, Sumber Daya Manusia dan HSE (*Health, Safety and Environment*). Dengan penerapkan teknologi IoT maka seluruh komponen alat pendukung tambang akan mengumpulkan dan mengirimkan data ke *Cloud Network* untuk selanjutnya diolah dan menghasilkan data dan informasi yang menjadi dasar untuk pengambilan keputusan.

Sebagai contoh, para pekerja tambang bawah tanah secara teratur dapat melaporkan kondisi tubuhnya, kondisi terowongan tambang bawah tanah dan kondisi peralatan-peralatan HSE. Demikian juga alat-alat angkut seperti *dump truck* bahan galian dapat juga melaporkan secara berkala kondisinya sehingga dapat dimonitor muatan, lokasi, keamanan dan pemeliharaan truk yang akhirnya truk tersebut mampu bekerja optimal.

Beberapa perusahaan besar di bidang pertambangan di Indonesia sudah mulai menjalankan sebagian dari transformasi digital dibidang teknologi informasi dan komunikasi. Beberapa perusahaan lain saat ini

juga sudah menggunakan sistem teknologi digitasi tersebut. Pada saat ini sistem teknologi informasi dan komunikasi sangat memegang peranan penting sehingga mempermudah aspek pengerjaan operasional tambang dan pekerjaan dari manusia. Hal tersebut sejalan dengan pengelolaan tambang yang mengeluarkan investasi alat berat yang tidak murah sehingga diperlukan manajemen yang tepat untuk mengelola aset-aset perusahaan ini.

Secara internal di beberapa perusahaan juga sudah menerapkan teknologi berbasis digitalisasi seperti DigiMan (*Digital Maintenance*) dengan tujuan menjaga kinerja alat berat selalu dalam kondisi prima sesuai dengan spesifikasinya.

Selain itu dengan aplikasi tersebut para pekerja khususnya para mekanik mendapatkan kemudahan dalam mengelola pekerjaan dengan sistem pelaporan yang terintegrasi dan mencegah kerusakan alat berat yang lebih parah. Bila dilakukan perawatan yang berkala, maka target produksi yang diharapkan tentu lebih mudah dicapai.

D. Isu-Isu Global di Bidang Pertambangan

Keberlangsungan perusahaan tambang selain didukung oleh tenaga kerja yang handal, peralatan dan teknologi yang modern, juga sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor dari luar perusahaan, seperti harga bahan tambang di pasaran dunia, situasi politik maupun peraturan-peraturan yang menjadi payung hukum dalam pemberian ijin penambangan.

Hal-hal tersebut kadang membuat iklim dan suasana kerja di suatu perusahaan ikut mengalami fluktuasi, walaupun terkadang hal-hal tersebut tidak selalu terjadi dan hanya berkembang menjadi sebatas isu-isu saja. Akan tetapi kadang perubahan memang diawali dengan isu-isu, termasuk isu larangan ekspor bahan mentah yang kemudian beberapa perusahaan membuat fasilitas pengolahan atau *smelter*, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.6 di bawah ini.

Gambar 2.6 *Smelter* Nikel PT Vale Indonesia di Kolaka, Sulawesi Tenggara

Sumber: Asiatoday/PT Vale (2022)

Isu-isu dalam skala global yang sering hangat kadang mempengaruhi kondisi dan suasana kerja di perusahaan tambang antara lain seperti perlindungan lingkungan hidup, penyediaan material secara bertanggung jawab (*responsible sourcing*), kebijakan jual beli bahan tambang di pasaran dunia dan yang ramai dibahas pada awal 2020 adalah pengaruh pandemi Covid-19 yang melanda semua lini kehidupan dalam skala global.

Sedangkan dalam skala regional, isu sosial-ekonomi terutama terkait distribusi kesejahteraan dan manfaat sektor ini pada semua level, isu-isu tentang kesejahteraan buruh sangat rawan, masa-masa momentum politik, batasan kegiatan pengolahan dan pemurnian, kebijakan peningkatan nilai tambah dengan insentif bagi perusahaan yang membangun *smelter* sampai dengan tahun 2022 serta penghiliran pada industri batubara, kewenangan penerbitan surat ijin penambangan batuan, reklamasi dan pascatambang akan dibuat lebih tegas apabila terjadi pelanggaran lingkungan, jangka waktu IUP maupun IUPK dan izin usaha pertambangan rakyat (IPR) terkait luas WPR (Wilayah Pertambangan Rakyat) yang semula 25 hektare (Ha) menjadi 100 Ha dan pendapatan daerah dari IPR maupun isu-isu lain.

Isu yang paling ramai di tingkat masyarakat pada umumnya antara lain adalah kesejahteraan masyarakat sekitar wilayah pertambangan. Selain masalah kesejahteraan rakyat secara langsung, perusahaan pertambangan juga dituntut untuk memberi perhatian secara khusus melalui pendekatan yang bersifat kemitraan sesuai dengan konteks sosial-ekonomi dan budaya setempat.

E. Perubahan Iklim

Selain tantangan dalam menyongsong revolusi industri 4.0, digitalisasi di sektor pertambangan, pengaruh isu-isu regional serta global, industri pertambangan juga tidak bisa lepas dari pengaruh perubahan iklim.

Sebagai salah satu sektor yang paling diunggulkan, industri pertambangan dapat terpengaruh oleh pergantian musim. Sebagai contoh adalah dampaknya pergantian musim bagi pertambangan yang cukup memengaruhi terhadap proses maupun hasil penambangan.

Hal ini diperparah jika perubahan musim secara ekstrim tersebut sering terjadi tidak hanya dalam cakupan lokal saja, tetapi mencapai cakupan regional bahkan global. Apalagi saat ini perubahan cuaca di beberapa bagian belahan dunia susah untuk diprediksi. Iklim yang sudah diprediksi kadang-kadang bisa berubah secara mendadak, sehingga perencanaan dan proses penambangan bisa terganggu.

Hal yang sering dituding menjadi penyebab perubahan musim secara ekstrim tersebut adalah karena pemasan global. Tetapi jika dipelajari, pengaruh perubahan iklim terhadap dunia pertambangan tidak hanya dampak negatif saja, tetapi juga bisa membawa dampak yang positif.

Dampak positif dari perubahan iklim pada industri pertambangan diantaranya adalah ketika terjadi perubahan dari musim hujan ke musim kemarau. Pada saat tersebut akan terjadi peningkatan produksi setelah saat musim hujan produksi kurang maksimal karena intensitas hujan yang lebih tinggi (www.agincourtresources.com 2018).

Adapun kegiatan-kegiatan pada industri pertambangan yang bisa terpengaruh akibat perubahan iklim tersebut antara lain:

1. Kegiatan Eksplorasi

Tahap eksplorasi adalah tonggak awal bagi sebuah perusahaan dalam melaksanakan kegiatan pertambangan. Perencanaan dan persiapan eksplorasi wajib dibuat sebaik mungkin. Hal tersebut dikarenakan kegiatan eksplorasi biasanya dilakukan pada daerah yang belum banyak dijamah oleh banyak orang, misalnya hutan belantara, sehingga pekerja di bagian tersebut merupakan ujung tombak dalam memulai suatu kegiatan usaha di bidang pertambangan. Jika kegiatan tersebut banyak terjadi hujan terutama di siang hari, tentu akan mengurangi efektivitas pelaksanaan eksplorasi.

2. Kegiatan Produksi

Pada tahap produksi saat musim hujan tiba, air yang mengguyur lahan areal tambang dan jalan tambang akan mengubah kondisi tekstur tanah yang ada. Akibatnya kegiatan penggalian untuk mengambil mineral yang ada di dalam tanah atau bahkan dihentikan menunggu hujan reda. Kondisi tanah yang basah bisa menimbulkan longsor yang membahayakan keselamatan pekerja, yang akibat akhirnya proses produksi akhirnya terhambat.

3. Transportasi Terganggu

Metode pengangkutan bahan tambang di suatu perusahaan tambang bermacam-macam, ada yang menggunakan moda pengangkutan memakai *dump truck, belt conveyor* dan kereta api. Pada areal pertambangan kadang antara lokasi penggalian atau *front* yang tidak berada pada satu lokasi sehingga dari lokasi penggalian harus diangkut ke tempat penumpukan sementara atau *stock pile* maupun dari *stock pile* ke pelabuhan yang terkadang jaraknya jauh.

Perusahaan tambang juga diwajibkan untuk mempunyai jalan tambang sendiri, sehingga tidak mengganggu aktivitas masyarakat, dan masyarakat juga tidak mengurangi produktifitas tambang. Kondisi jalan tambang biasanya hanya berupa tanah, tentu akan menjadi sulit dan membahayakan untuk dilalui ketika hujan turun. Tanah yang bertekstur lempung jika terkena air hujan akan berubah menjadi lumpur yang membuat kendaraan tidak dapat melaluinya.

Akibat yang terjadi proses distribusi hingga produksi juga terhambat, karena kendaraan yang mengangkut karyawan atau kendaraan angkut bahan tambang tidak bisa beroperasi selama kondisi jalan masih basah.

Diskusi dan Tugas

Karena perubahan iklim selalu membawa pengaruh terhadap aktifitas pertambangan, diskusikanlah dengan anggota kelompok diskusi kalian, mengenai efek-efek perubahan iklim tersebut terhadap produktifitas tambang, maupun penyebab serta gejala dan kiat-kiat untuk menghadapinya. Topik-topik tersebut bisa kalian bagi kemudian kalian diskusikan dan kalian presentasikan di hadapan kelompok diskusi yang lain maupun pendidik di kelas.

F. Aspek-Aspek Ketenagakerjaan di Bidang Geologi Pertambangan

Sebagai industri yang padat modal, padat ilmu, padat teknologi tetapi juga padat laba, industri pertambangan tentu menarik banyak masyarakat untuk ikut berkecimpung dan menikmati kesejahteraan di dalamnya. Industri pertambangan melingkupi berbagai bidang kompetensi keahlian, baik kompetensi pertambangan sendiri,

geologi, permesinan, otomotif, ekonomi, elektronika, listrik, hukum bahkan kesehatan.

Untuk bisa ikut bekerja di perusahaan pertambangan tentu harus menguasai kompetensi-kompetensi tersebut dengan jalan harus menempuh pendidikan yang dipersyaratkan. Aspek ketenagakerjaan menjadi permasalahan bagi perusahaan pertambangan, terutama animo masyarakat lokal di sekitar tambang untuk bisa ikut bekerja di perusahaan tersebut. Perusahaan tambang tentu tidak bisa menerima semua orang yang mendaftar untuk bekerja karena terkadang rasio antara posisi kerja di perusahaan dengan peminat atau pelamar pekerjaan sangat tidak berimbang.

Oleh karena itu perusahaan akan melakukan seleksi untuk penerimaan karyawannya. Disinilah peran dunia pendidikan menonjol karena standar kompetensi yang dijadikan acuan perusahaan dalam menerima karyawan adalah ijazah. Pekerjaan di bidang pertambangan yang cukup dinamis dan kompleks cenderung berisiko tinggi dan berpotensi pada tingkat stres yang tinggi.

Aktivitas pemboran, peledakan, manuver alat berat, cuaca panas atau dingin yang berganti sering mendadak, maupun kondisi morfologis yang naik turun mempunyai risiko bahaya yang mengancam keselamatan para pekerja. Belum lagi dengan beban moril berupa target produksi yang harus tercapai sehingga membuat tekanan pada para pekerja tambang sehingga rentan mengalami tingkat stres yang tinggi.

Oleh sebab itu para pekerja tambang mendapatkan kesejahteraan dan fasilitas yang baik serta hak untuk istirahat atau libur setelah bekerja di lokasi tambang selama beberapa waktu tertentu atau dalam istilah dunia pertambangan disebut dengan *roster*. Sebagai contoh misalnya seorang surveyor tambang mendapatkan *roster* 6:2, berarti pekerja tersebut berhak mendapatkan cuti selama 2 pekan setelah bekerja selama 6 pekan.

Tugas

Untuk lebih meningkatkan rasa suka kalian terhadap pekerjaan di sektor geologi pertambangan, maka kalian diberi tugas untuk:

1. Mengidentifikasi jenis-jenis pekerjaan atau profesi apa saja yang bisa diisi oleh para lulusan SMK Geologi Pertambangan.
2. Dari beberapa jenis profesi tersebut, jenis profesi apa yang paling kalian inginkan dan apa alasan anda?

Ungkapkan pemikiran dan cita-cita kalian tersebut di depan peserta didik yang lain dan pendidik di depan kelas! Karena keterbatasan waktu, bagi yang belum menyampaikan di kelas, maka bisa menyampaikan pemikiran dan cita-citanya tersebut melalui sebuah video yang bisa disaksikan oleh para peserta didik yang lain maupun pendidik.

G. Umur Tambang (*Life of Mine*)

Dalam kehidupan ini ternyata yang mempunyai umur bukan hanya manusia maupun makhluk hidup lainnya. Menurut kalian kira-kira selain makhluk hidup apa saja yang mempunyai umur. Kalau kita berbicara selain makhluk hidup yang mempunyai umur, bisa kita ambil contoh suatu bangunan mempunyai umur yang dihitung dari bangunan tersebut didirikan.

Ketika kita berbicara tentang bidang pertambangan, maka secara otomatis kita juga harus berbicara tentang umur tambang. Keberlangsungan suatu perusahaan pertambangan salah satunya ditentukan oleh faktor umur tambang. Pertanyaan selanjutnya adalah apa yang dimaksud dengan umur tambang tersebut?

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), yang dimaksud dengan umur tambang adalah waktu yang dihitung dari jumlah cadangan

dibagi dengan produksi tambang per tahun. Jadi secara umum umur tambang merupakan waktu atau durasi maupun seberapa lama suatu perusahaan tambang beroperasi atau berproduksi yang diketahui dengan cara menghitung jumlah cadangan total dibagi dengan produksi pada setiap tahunnya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi umur tambang antara lain adalah jumlah cadangan, target produksi pada setiap tahunnya, volume *over burden*, *stripping ratio*, *land clearing*, *topsoil removal,* dan jam kerja efektif.

Bahan galian atau bahan tambang termasuk dalam *non renewable resources* atau sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Jika diamati dan dipelajari dari segi potensi sumber daya alam yang berupa bahan tambang yang ada di wilayah Republik Indonesia, maka bisa diprediksi umur tambang- tambang tersebut.

Siaran pers Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor: 120.Pers/04/SJI/2020 tanggal 13 Maret 2020, yang disampaikan oleh Dirjen Minerba pada saat itu, Bambang Gatot Ariyono menyebutkan bahwa cadangan mineral di Indonesia masih cukup besar, sebagaimana data dari laman https://www.esdm.go.id/ (2020), yang meliputi penjelasan berikut:

1. Sumber daya emas primer mencapai 11,4 miliar bijih ton meter kubik dengan nilai cadangannya sebesar 3,02 miliar bijih ton dalam meter kubik.
2. Sumber daya perak nilainya mencapai 6,44 miliar bijih ton meter kubik dengan nilai cadangannya sebesar 2,76 miliar bijih ton dalam meter kubik.
3. Sumber daya tembaga mencapai 12,46 miliar bijih ton meter kubik dengan nilai cadangannya sebesar 2,76 miliar bijih ton dalam meter kubik.
4. Sumber daya bijih besi mencapai 12,07 miliar bijih meter kubik, dengan nilai cadangannya sebesar sebesar 3,07 miliar bijih ton dalam meter kubik.

5. Sumber daya timah mencapai 3,87 miliar bijih ton meter kubik dengan nilai cadangannya sebesar 1,2 miliar bijih ton dalam meter kubik.
6. Sumber daya nikel mencapai 9,31 miliar bijih ton meter kubik dengan nilai cadangannya sebesar 3,57 miliar bijih ton dalam meter kubik.
7. Sumber daya bauksit mencapai 3,3 miliar bijih ton meter kubik dengan nilai cadangannya sebesar 2,38 miliar bijih ton dalam meter kubik.
8. Sumber daya emas aluvial mencapai 1,61 miliar bijih ton meter kubik dengan nilai cadangannya sebesar 6,06 juta bijih ton dalam meter kubik.
9. Sumber daya batubara mencapai 124,6 miliar ton meter kubik, lalu cadangannya ada sebanyak 26,2 miliar ton dalam meter kubik.

Dengan potensi bahan galian yang ada tersebut, berdasarkan analisis dan perkiraan umur tambang-tambang yang ada di Indonesia adalah sebagai berikut:

No.	Komoditas	Perkiraan umur tambang
1	Emas	Kurang lebih 28 tahun
2	Perak	Kurang lebih 1.143 tahun
3	Tembaga	Kurang lebih 39 tahun
4	Besi	Kurang lebih 769 tahun
5	Timah	Kurang lebih 21 tahun
6	Nikel	Kurang lebih 184 tahun
7	Bauksit*	Kurang lebih 422 tahun
8	Batubara**	Kurang lebih 56 tahun

* No. 1–7 bersumber pada www.duniatambang.com/17 Maret 2020

** No. 8 bersumber pada www.esdm.go.id/21 Maret 2018

Berdasarkan data-data mengenai potensi sumber daya, cadangan dan umur tambang bahan galian yang ada di Indonesia, sudah seharusnya kalian sebagai calon penerus di dunia pertambangan tetap optimis akan tantangan karir di dunia pertambangan, dengan tetap membekali diri dengan kompetensi- kompetensi yang berkaitan dengan dunia pertambangan serta kompetensi- kompetensi pendukung lainnya.

Rangkuman

Sejarah pertambangan di Indonesia dimulai pada tahun 1602, saat Pemerintah Hindia Belanda membuat persekutuan dagang (VOC), yang merupakan usaha perdagangan dari berbagai komoditas termasuk hasil pertambangan.

Teknologi modern selain efek positif baik untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi waktu, kerja, kualitas dan keselamatan manusia, juga menghasilkan efek negatif secara sosiologis diantaranya porsi sebagian posisi manusia sudah digantikan oleh piranti atau mesin.

Berikut ini merupakan jenis-jenis teknologi yang diterapkan dilingkungan pertambangan: teknologi untuk perlindungan manusia, teknologi alat berat, teknologi untuk mengatasi dampak negatif pada lingkungan. Penerapan teknologi modern bidang pertambangan ini memiliki tujuan untuk kebaikan semua pihak yang terkait meminimalisir kecelakaan, peningkatan efektivitas dan efisiensi, meminimalisir rusaknya lingkungan. Contoh-contoh inovasi tersebut *Digital Twins*, perlengkapan keselamatan modern, model bisnis revolusioner, logistik otomatis dan pengumpulan data secara rutin.

Revolusi Industri 4.0 juga berlaku di Bidang Geologi Pertambangan, sehingga seluruh entitas yang ada di dalamnya dapat saling berkomunikasi secara *real time* kapan saja dengan berlandaskan

pemanfaatan teknologi internet dan CPS (*Cyber-Physical System*) guna mencapai tujuan tercapainya kreasi nilai baru.

Teknologi digital berkembang cepat membuat beberapa perusahaan tambang global bertransformasi digital agar mampu menghasilkan produksi yang lebih besar, biaya yang lebih efisien dan keselamatan kerja bagi pekerja.

Isu-isu dalam skala global seperti perlindungan lingkungan hidup, penyediaan material secara bertanggung jawab dan kebijakan jual beli bahan tambang di pasaran dunia.

Sedangkan dalam skala regional terutama distribusi kesejah-teraan dan manfaat sektor ini pada semua level, kesejahteraan buruh, masa-masa momentum politik, batasan kegiatan pengolahan dan pemurnian, kesejahteraan masyarakat sekitar wilayah pertambangan dan lain-lain.

Perubahan iklim pada industri pertambangan yang bisa terpengaruh akibat perubahan iklim tersebut antara lain kegiatan eksplorasi, kegiatan produksi, dan transportasi terganggu.

Dari aspek ketenagakerjaan industri pertambangan melingkupi berbagai bidang kompetensi keahlian, baik kompetensi pertambangan sendiri, geologi, permesinan, otomotif, ekonomi, elektronika, listrik, hukum bahkan kesehatan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi umur tambang antara lain adalah jumlah cadangan, target produksi pada setiap tahunnya, volume *over burden, stripping ratio, land clearing, topsoil removal* dan jam kerja efektif. Berdasarkan analisis dan perkiraan umur tambang-tambang yang ada di Indonesia adalah sebagai berikut:

No.	Komoditas	Perkiraan umur tambang
1	Emas	Kurang lebih 28 tahun
2	Perak	Kurang lebih 1.143 tahun
3	Tembaga	Kurang lebih 39 tahun
4	Besi	Kurang lebih 769 tahun
5	Timah	Kurang lebih 21 tahun
6	Nikel	Kurang lebih 184 tahun
7	Bauksit	Kurang lebih 422 tahun
8	Batubara	Kurang lebih 56 tahun

Refleksi

Setelah mempelajari materi-materi tentang perkembangan teknologi pertambangan di atas, tandailah bagian-bagian yang sudah kalian kuasai dengan tanda centang!

No.	Materi	Sudah Menguasai	Belum Menguasai
1	Revolusi industri 4.0		
2	Digitalisasi di sektor pertambangan		
3	Isu-isu global		
4	Perubahan iklim		
5	Aspek ketenagakerjaan		
6	Umur tambang		

Penilaian

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

1. Jelaskan penerapan revolusi industri 4.0 disektor pertambangan!
2. Berilah contoh penerapan digitalisasi di sektor pertambangan di Indonesia saat ini!
3. Jelaskan pengaruh isu-isu lokal dan global bagi sektor pertambangan!
4. Bagaimana mengantisipasi perubahan iklim dalam operasi penambangan?
5. Bagaimana kiat-kiat kalian sebagai calon tenaga kerja di sektor pertambangan dalam menyongsong dunia kerja setelah kalian lulus dari jenjang SMK?
6. Bahan tambang sebagai sumber daya alam yang tidak diperbaharui, bagaimana kalian mengantisipasi jika tambang-tambang tersebut mulai habis di saat usia produktif kalian?

Pengayaan

Teknologi pertambangan yang diaplikasikan pada saat ini sudah sedemikian maju dan berbanding lurus dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Beberapa posisi kerja yang sebelumnya dijalankan oleh manusia sekarang sudah digantikan oleh perangkat, sedangkan lulusan SMK di bidang geologi pertambangan semakin banyak, sehingga persaingan kerja semakin ketat. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka kompetensi kalian di bidang geologi pertambangan

juga harus ditingkatkan, diantaranya dengan mulai belajar tentang *drone*. Penggunaan *drone* saat ini sudah merambah ke berbagai bidang seperti bidang fotografi dan videografi, perfilman dan sinematografi, militer, jurnalisme, lalu lintas, kebencanaan, pertanian, konstruksi dan properti, pemadam kebakaran serta tentunya bidang pertambangan. Nah, sekarang silahkan kalian melakukan penelusuran literasi tentang *drone* khusus di bidang pertambangan, meliputi spesifikasi, bentuk, ukuran, proses dan fungsinya!

Lembar Kerja Siswa

Program Keahlian	:	Teknik Geologi Pertambangan
Kelas/Semester	:	X/1
Mata Pelajaran	:	Dasar-dasar Geologi Pertambangan
Elemen	:	Perkembangan Teknologi Pertambangan
Pertemuan ke	:	14

I. PETUNJUK

a. Pelajari secara seksama mengenai perkembangan teknologi pertambangan!
b. Cermatilah data-data mengenai potensi sumber daya mineral yang ada di Indonesia!

II. ALAT

a. Pensil
b. Penghapus
c. Penggaris
d. Pulpen
e. Materi umur tambang

III. BAHAN

Kertas HVS

IV. TUGAS

Buatlah tabel mengenai keberlangsungan aktivitas pertambangan di Indonesia berdasarkan jenis, potensi, perkiraan umur tambang dan lokasi keterdapatannya!

KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
2022
Dasar-Dasar Teknik Geologi Pertambangan
Penulis : Gandung Yustiadi
ISBN : 978-623-388-009-1 (PDF)

Bab 3
Profesi dan Peluang Usaha di Bidang Geologi Pertambangan

Pertanyaan Pemantik

Industri pertambangan merupakan industri yang menjanjikan banyak harapan. Apa sajakah yang harus kalian persiapkan sebagai calon pekerja maupun pengusaha di bidang pertambangan?

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu:

1. Menjelaskan kompetensi-kompetensi yang dibutuhkan bagi lulusan SMK secara umum di bidang geologi pertambangan.
2. Menjelaskan profesi-profesi bagi lulusan SMK di bidang geologi pertambangan.
3. Mengidentifikasi potensi kewirausahaan dan peluang usaha di bidang geologi pertambangan yang berpotensi bisa dimasuki oleh lulusan sesuai dengan kompetensinya.
4. Membangun *vision* dan *passion* peserta didik dalam bidang geologi pertambangan.
5. Mensimulasikan pembelajaran berbasis proyek nyata sebagai simulasi proyek kewirausahaan dalam bidang geologi pertambangan.

Peta Konsep

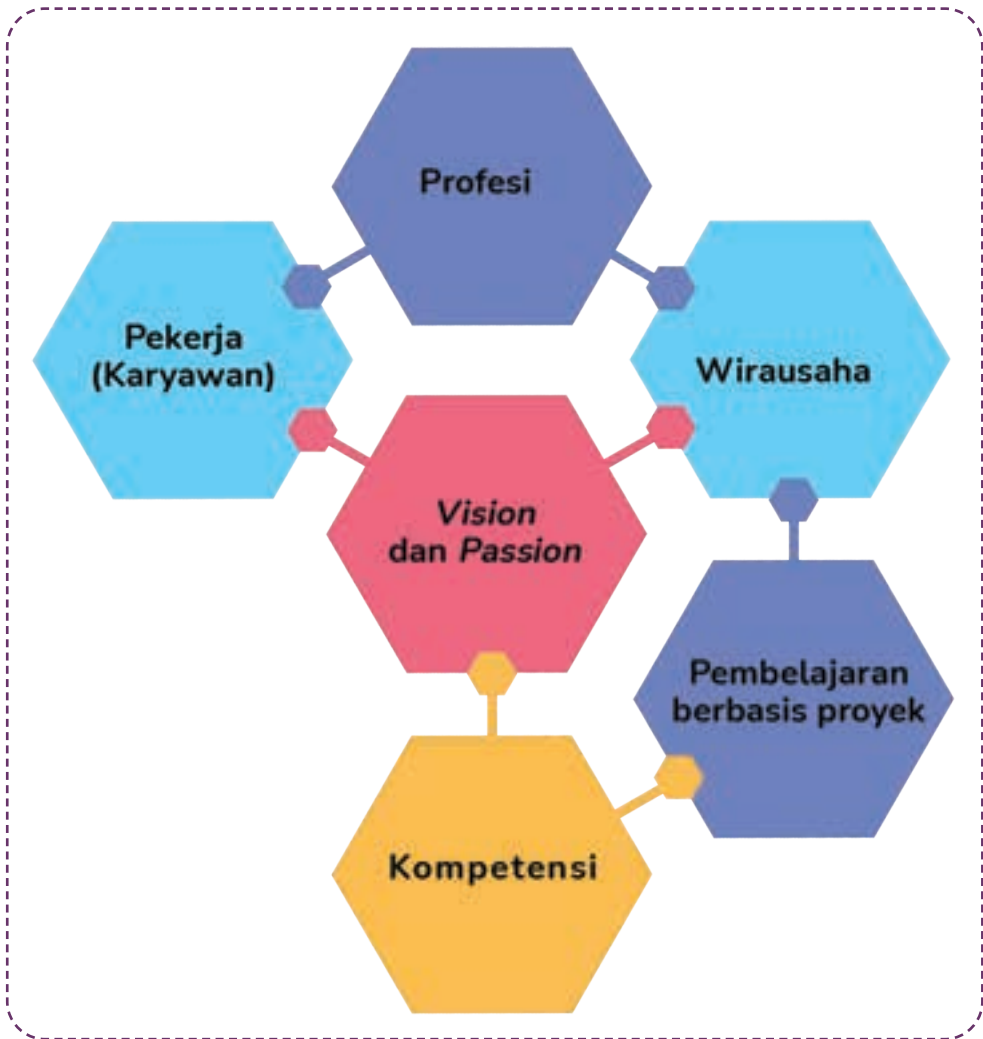
Untuk memandu dalam memahami tentang bab ini, silahkan kalian cermati gambar 3.1 mengenai profesi dan peluang usaha di bidang geologi pertambangan berikut!

Profesi

Pekerja (Karyawan)

Wirausaha

Vision dan *Passion*

Pembelajaran berbasis proyek

Kompetensi

Gambar 3.1 Peta konsep profesi dan peluang usaha di bidang geologi pertambangan

Kata Kunci

Kompetensi, profesi, kewirausahaan, *vision*, *passion*, proyek.

A. Profesi-profesi di Bidang Geologi Pertambangan

Salah satu faktor yang mempengaruhi seorang peserta didik dalam memilih jenis jenjang pendidikan menengah adalah kesempatan untuk segera mendapatkan pekerjaan atau karir. Bagi para peserta didik yang ingin cepat bekerja dan tidak berkeinginan untuk melanjutkan belajar ke jenjang Perguruan Tinggi, maka jenjang pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan adalah pilihan yang sangat tepat.

Ditunjang lagi dengan penerapan Era Revolusi Industri 4.0, maka kesempatan untuk bekerja di sektor industri juga semakin terbuka lebar, dengan dibekali kompetensi-kompetensi yang unggul baik secara *softskill* maupun *hardskill*. Sebagai lulusan yang baru dari jenjang SMK, tentunya masih minim dengan pengalaman bekerja. Biasanya bekal pengalaman yang dipunyai seorang lulusan baru dari jenjang SMK adalah pengalaman selama Praktek Kerja Lapangan (PKL).

Oleh sebab itu sebagai lulusan baru yang pertama kali bekerja, biasanya diposisikan sebagai asisten pada bidang-bidang pekerjaan, mendampingi tenaga ahli yang kebanyakan diisi oleh lulusan perguruan tinggi. Akan tetapi seiring dengan waktu kerja yang semakin lama, dan pengalaman yang semakin banyak, kedudukan atau tingkat pekerjaan seseorang akan bisa naik ke jabatan maupun pangkat di *level* selanjutnya yang lebih tinggi yang tentunya juga akan diikuti dengan semakin banyak dan tingginya tanggung jawab yang harus diemban oleh pekerja.

Hal tersebut secara pasti juga akan dikuti dengan kenaikan kesejahteraan atau hak-hak pekerja tersebut. Lulusan dari SMK Geologi Pertambangan disiapkan untuk bisa mengisi posisi-posisi kerja atau profesi yang beragam.

Berikut adalah beberapa jenis profesi yang bisa diisi oleh lulusan baru Program Keahlian Teknik Geologi Pertambangan SMK:

1. Juru ukur (*surveyor* topografi)

Pekerjaan dari juru ukur tambang (*surveyor*) adalah mengukur dan memetakan suatu area atau lahan untuk diketahui perbedaan tinggi rendah, luasan dan bentuk lahan tersebut. Profesi ini cukup banyak dijalani oleh lulusan-lulusan dari SMK Program Keahlian Geologi Pertambangan. Gambar 3.2 berikut menunjukkan profesi sebagai *surveyor* atau juru ukur topografi.

Gambar 3.2 Profesi sebagai *surveyor* atau juru ukur topografi

Sumber: Gandung Yustiadi (2022)

2. Juru bor (*driller*)

Pekerjaan dari juru bor atau *driller* dalam pemboran eksplorasi adalah untuk membuat lubang di dalam tanah atau batuan untuk diambil tanah atau batuan tersebut yang selanjutnya contoh tanah maupun batuan (*core*) tersebut diserahkan kepada *logger* atau *wellsite geologist* untuk dideskripsi sebelum dianalisis kualiatas atau kadarnya di laboratorium.

Gambar 3.3 Profesi sebagai operator bor/*driller*

Sumber: Gandung Yustiadi (2008)

3. Asisten *Geologist*

Pekerjaan dari asisten *geologist* tentunya adalah membantu pekerjaan *geologist* dalam melakukan eksplorasi bahan galian, baik pekerjaan dalam pemetaan geologi, sebagai *logger* atau *wellsite* geologi dalam pemboran eksplorasi maupun pekerjaan-pekerjaan geologi maupun eksplorasi lainnya.

4. Asisten *Foreman*

Pekerjaan asisten *foreman* dalam pertambangan adalah mem-bantu *foreman* dalam mengawasi dan mengevaluasi aktivitas penambangan termasuk mengatasi kendala-kendala yang terjadi dalam operasional penambangan.

5. Asisten juru ledak (Asisten *Blaster*)

Pekerjaan asisten juru ledak adalah membantu juru ledak atau *blaster* dalam merencanakan, mempersiapkan, merangkai, mengawasi, melaksanakan, mengevaluasi aktivitas peledakan tambang.

Gambar 3.4 Profesi sebagai asisten juru ledak (asisten *blaster*)
Sumber: Tangkapan layar Youtube Kerjo Tambang (2019)

6. Asisten perencana tambang (Asisten *Mine Plan Enginer*)

Pekerjaan asisten perencana tambang adalah membantu perencanaan tambang dalam memperoleh data-data, memproses data-data, membuat *design* atau perencanaan termasuk melakukan pengecekan dan pengawasan penambangan berdasarkan perencanaan yang dibuat tersebut.

7. *Grade control*

Gambar 3.5 Profesi sebagai *grade control*

Sumber: Geologinesia (2015)

Pekerjaan dari *grade control* adalah untuk mengontrol *ore* atau bijih dalam penambangan agar tetap terjaga kualitasnya dan tidak tercampur dengan mineral pengotor maupun terbuang pada saat pengupasan tanah penutup.

8. Operator alat berat

Pekerjaan operator alat berat dalam penambangan adalah mengoperasikan jalannya peralatan baik alat gali, alat muat, alat angkut maupun peralatan- peralatan pendukung penambangan yang lain.

Gambar 3.6 Profesi sebagai operator alat berat

Sumber: Hilda B. Alexander/Kompas.com (2019)

9. Staf *Health Safety Environment* (HSE)

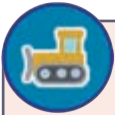
Staf HSE atau *Health Safety Environment* adalah membantu bagian HSE dalam memberikan edukasi, mengawasi dan melakukan tindakan-tindakan yang bertujuan meminimalisir bahkan mencegah jangan sampai terjadi kecelakaan di dalam aktivitas penambangan serta senantiasa menjaga kelestarian lingkungan hidup di area tambang.

Gambar 3.7 Profesi sebagai staf HSE
Sumber: Admin OT. Eltran Indonesia (2020)

10. Profesi-profesi lainnya

Kompetensi-kompetensi yang ada di Program Keahlian Teknik Geologi Pertambangan cukup banyak. Dari banyaknya kompetensi tersebut paling tidak, kalian menguasai beberapa kompetensi walaupun tidak semua. Penguasan kompetensi yang baik harus ditunjang dengan ketaatan terhadap etika profesi. Dengan demikian dapat meningkatkan kemampuan kognitif, psikomotorik maupun bisa berpikir dengan jernih, serta dapat bertindak dengan cara yang diinginkan secara moral untuk menuju komitmen moral dan perilaku yang bertanggung jawab (dikutip dari Junaedi, 2022 pada laman www.ekrut.com).

Berikut adalah contoh etika profesi sebagai seorang Geologist yang merupakan satu dari banyak profesi di bidang geologi pertambangan:

1. Berkomitmen untuk bekerja dengan baik walaupun ditempatkan di lokasi terpencil dengan tim yang relatif kecil dan tanpa pengawasan langsung dari atasan.
2. Menjaga kerahasiaan data-data lapangan dari pihak luar yang tidak punya kepentingan untuk mengakses data-data tersebut.

Tugas

1. Silahkan kalian cari di internet mengenai profesi-profesi lain di bidang geologi pertambangan yang bisa diisi oleh lulusan dari SMK Geologi Pertambangan!
2. Dari profesi-profesi tersebut, manakah yang kalian minati dan apakah yang menjadi alasan kalian!

B. Kewirausahaan Serta Peluang Usaha di Bidang Geologi Pertambangan

Sebagai seorang peserta didik yang memilih jenjang pendidikan di Sekolah Menegah Kejuruan, apakah yang menjadi cita-cita kalian? Sebagian besar peserta didik yang memilih jenjang pendidikan SMK pasti berharap kelak jika sudah lulus dari jenjang SMK segera mendapatkan pekerjaan mulai belajar menghidupi dirinya sendiri dan belajar mandiri dari orang tua.

Apakah semua lulusan pendidikan jenjang SMK akan terserap ke dunia kerja sebagai pekerja atau karyawan? Tentu saja jawabannya tidak. Sudah menjadi permasalahan dari dulu sampai sekarang terkait masih adanya pengangguran.

Bahkan menurut survei yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik yang dirilis dari laman www.bps.go.id pada tanggal 5 Mei 2020,

dijelaskan bahwa Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) pada Bulan Februari 2019, Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) masih menyumbang angka pengangguran tertinggi diantara tingkat pendidikan lain, yaitu sebesar 8,63 persen. Sedangkan salah satu tujuan dari pendidikan di jenjang SMK adalah penyiapan tenaga kerja menengah yang siap pakai.

Tentu saja tingginya tingkat pengangguran terbuka banyak diisi oleh lulusan SMK tersebut disebabkan banyak faktor. Oleh sebab itu lulusan pendidikan jenjang SMK selain siap bekerja sebagai pekerja atau karyawan, juga harus siap bekerja pada dirinya sendiri atau menciptakan lapangan kerja sendiri, yang pada tahap selanjutnya diharapkan bisa mempekerjakan orang lain. Dengan kata lain lulusan SMK selain siap bekerja di perusahaan, melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi, juga harus siap untuk berwirausaha dan menangkap peluang usaha.

Kalian pastinya sudah sering mendengar istilah wirausaha atau kewirausahaan? Mungkin di kelas X ini kalian belum terlalu familier dengan istilah tersebut. Di jenjang SMK, kewirausahaan masuk menjadi salah satu kompetensi yang diajarkan di kelas XI.

Secara sederhana seorang wirausahawan atau wirausahawati akan berbeda dengan pekerja. Untuk bisa lebih mengenal istilah kewirausahaan, mari kita pelajari bersama. Sebelumnya kalian harus tahu apa itu kewirausahaan. Berikut adalah kewirausahaan menurut beberapa tokoh yang dikutip dari beberapa sumber:

1. Kewirausahaan menurut Thomas W Zimmerer

Kewirausahaan adalah keinovasian aplikasi dan kreativitas untuk memecahkan masalah dan memanfaatkan peluang lain yang dihadapi setiap hari.

2. Kewirausahaan menurut Robbin & Coulter

Kewirausahaan adalah proses dimana seorang individu atau kelompok individu menggunakan upaya terorganisir dan peluang

dan menciptakan nilai untuk tumbuh untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan melalui inovasi dan keunikan, tidak peduli sumber daya apa yang digunakan saat ini.

3. Kewirausahaan menurut Achmad Sanusi

Kewirausahaan adalah suatu nilai yang diwujudkan dalam perilaku dasar tujuan, trik, taktik, propulsi, proses dan hasil bisnis.

Dari ketiga pendapat di atas bisa kita simpulkan bahwa kewirausahaan adalah sebuah proses dalam mengerjakan dan menciptakan sesuatu yang baru dengan kreatif dan penuh inovasi yang tujuannya agar bermanfaat bagi orang lain serta memiliki nilai lebih. Dalam pemikiran sederhana, pekerja adalah orang yang bekerja pada orang lain, perusahaan maupun pada suatu instansi.

Sedangkan seorang wirausahawan atau wirausahawati adalah orang yang bekerja dengan menciptakan lapangan pekerjaan sendiri, baik dengan bekerja sendiri maupun mempekerjakan orang lain. Antara kalian bekerja sebagai seorang pekerja atau karyawan dengan bekerja sebagai wirausaha tentunya mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing.

Kelebihan sebagai pekerja:

1. Penghasilan yang tetap pada tiap periodenya (bulanan).
2. Bonus tahunan dan tunjangan hari raya.
3. Jenjang karir.
4. Cuti tahunan dan *employee gathering.*
5. Pekerjaan, waktu, tempat sudah diatur dan disediakan.
6. Jika terjadi kerugian, pekerja tidak ikut menanggung kerugiannya.

Kelebihan sebagai wirausahawan atau wirausahawati:

1. Kesempatan untuk mewujudkan cita-cita.
2. Kesempatan untuk menciptakan perubahan, baik perubahan pada diri sendiri, terhadap orang lain maupun dalam cakupan yang lebih luas lainnya.
3. Untuk mencapai potensi penuh (dengan berwirausaha kalian bisa memaksimalkan segala potensi dan mencurahkan semua pikiran, bakat dan minat yang kalian miliki).
4. Untuk menuai keuntungan yang mengesankan (penghasilan bisa diatur sesuai dengan potensi).
5. Memberikan kontribusi kepada masyarakat dan mendapatkan pengakuan untuk usaha anda.
6. Dapat melakukan apa yang disukai dan bersenang-senang (sehingga dari kesukaan dan kesenangan tersebut bisa menghasilkan keuntungan.

Kekurangan sebagai pekerja atau karyawan:

1. Harus siap diperintah.
2. Bertanggung jawab kepada atasan.
3. Penghasilan cenderung tetap (*stagnan*).
4. Keberlangsungan pekerjaan dan karir tidak pasti (tergantung kinerja dan penilaian pimpinan).
5. Jika perusahaan untung banyak, pendapatan karyawan tetap saja (misalkan diberi bonus biasanya paling besar hanya sekali gaji dan tidak tiap bulan).
6. Pola kerja sudah diatur, sehingga kadang timbul rasa bosan.

Kekurangan sebagai wirausahawan atau wirausahawati:

1. Membutuhkan banyak modal terutama uang untuk membuka usaha.
2. Ketidakpastian pendapatan, kadang untung banyak, kadang rugi banyak.
3. Risiko kehilangan seluruh investasi jika bisnisnya gagal.
4. Jam kerja tidak pasti, kadang santai, kadang bekerja sampai larut.
5. Tanggung jawab kompleks karena harus memikirkan pekerjaan dan karyawan.
6. Membutuhkan dedikasi, disiplin dan keuletan.

Belajar kewirusahaan berarti selain harus belajar mengenai bidang yang akan kalian tekuni sebagai seorang pengusaha. Kalian juga harus belajar membaca peluang, menumbuhkan kepercayaan diri, melatih keberanian mengambil keputusan dan mempelajari situasi dan kondisi pada saat tersebut.

Seseorang yang memutuskan diri untuk berwirausaha harus mempunyai visi, kemauan dan tujuan yang jelas karena menentukan hajat hidup pribadi dan orang lain (jika mempekerjakan orang lain).

Tujuan Kewirausahaan:

1. Membuka lapangan pekerjaan baru untuk orang lain serta membantu mereka guna menjadi pengusaha mandiri.
2. Menciptakan jaringan bisnis baru yang bisa menyerap banyak tenaga kerja di sekitarnya.
3. Meningkatkan kesejahteraan hidupnya serta masyarakat di usaha yang dijalankan dengan membuka lapangan kerja.
4. Menularkan serta mengembangkan semangat berwirausaha pada orang lain.
5. Membantu para pengusaha muda guna berkreasi serta berinovasi.

Ciri-ciri Kewirausahaan:

1. Harus mempunyai keberanian serta mempunyai kreasi yang tinggi.
2. Harus mempunyai semangat yang tinggi serta kemauan yang keras.
3. Harus mempunyai kemampuan analisis dan manajerial yang baik.
4. Harus mempunyai jiwa kepemimpinan serta pengayoman yang baik.
5. Harus bisa membuat keputusan yang benar dan bertanggung jawab.
6. Harus memiliki jiwa pengabdian yang besar pada bisnis yang dijalankannya.

Setelah mempelajari tentang kewirausahaan di atas, bagaimana sikap kalian selanjutnya? Apakah mau sebagai pekerja saja atau ingin menjadi seorang wirausahawan atau wirausahawati?

Selanjutnya mari kita pelajari tentang wirausaha dan peluang usaha di bidang geologi pertambangan. Dunia geologi pertambangan secara bisnis merupakan bidang yang berpotensi besar untuk dijadikan lapangan usaha. Di satu sisi Indonesia dikaruniai sumber daya alam bahan galian atau bahan tambang yang melimpah, di sisi lain kita sebagai manusia juga tetap membutuhkan produk-produk dari bidang pertambangan tersebut dari hari ke hari.

Bidang pertambangan khususnya merupakan bidang usaha yang padat modal, padat ilmu, padat teknologi, padat keuntungan, tetapi juga mempunyai risiko yang besar terutama aspek keuangan. Karena banyaknya modal yang dibutuhkan berbanding lurus dengan besarnya kerugian yang bisa saja terjadi. Bidang usaha pertambangan lebih banyak dimainkan oleh pengusaha- pengusaha besar yang sudah punya modal besar dan biasanya sudah sukses di bidang usaha lain sebelumnya. Meskipun demikian dari kalangan ekonomi menengah ke bawahpun bisa berwirausaha dibidang geologi dan pertambangan.

Berikut adalah beberapa jenis wirausaha dan peluang kerja di bidang geologi pertambangan yang bisa dijalankan dengan memperhatikan keadaan dan peluang pada masa sekarang:

1. Pengusaha tambang

Gambar 3.8 Depo pasir
Sumber: Solopos.com (2013)

Memulai membuka usaha tambang, seseorang memang harus mempunyai modal terutama keuangan yang cukup besar, terutama untuk investasi peralatan minimal seperti alat angkut yang berupa *dump* truk dan alat muat ringan (*back hoe, power shovel* dll). Usaha tambang yang modalnya terjangkau oleh kalangan menengah ke bawah bisa dimulai dari usaha tambang pasir, batu dan beberapa jenis komoditas lain yang masih sering disebut dengan Bahan Galian Golongan C, maupun jenis bahan galian industri seperti batugamping, lempung, zeolite, fosfat, marmer, granit, tras dll. Gambar 3.8 di atas merupakan salah satu contoh usaha depo pasir.

Investasi pada awal memulai usaha tidak harus mempunyai peralatan yang banyak dengan luasan daerah tambang atau Izin Usaha Pertambangan yang luas. Peralatan-peralatan tambang maupun peralatan angkut pun bisa bekerja sama dengan pihak lain.

Usaha dengan modal kecil bisa dimulai dari aspek penyimpanan atau penumpukan bahan galian (depo). Pada tahap ini, seorang yang memulai usaha hanya bermodal tempat (misal halaman rumah) untuk menumpuk bahan galian (*stock pile*) dari pihak penambang, yang selanjutnya akan dibeli oleh pihak pembeli. Dari tiap hasil penjualan setiap truk atau rit, pemilik lokasi *stock pile* akan mendapatkan bagian dana.

Jika dana tersebut dikelola dengan baik, bukan tidak mungkin bisa dikembangkan untuk peningkatan usaha, semisal untuk pengadaan *dump* truk, mini *back hoe*, mini *power shovel*, mini *boldozer* maupun alat-alat tambang lain yang sekarang banyak berukuran kecil dengan harga yang terjangkau pengusaha kecil sampai menengah.

2. Penyedia jasa survei topografi (*surveyor*)

Seiring dengan banyaknya tambang yang dibuka maupun proyek-proyek pembangunan fisik seperti jalan raya, bandara, pelabuhan, bendungan, pengembangan wilayah maupun perumahan, maka kebutuhan akan survei topografi juga semakin meningkat. Tidak semua perusahaan tambang maupun perusahaan pelaksana proyek mengerjakan sendiri pengukuran topografinya. Banyak dari perusahaan-perusahaan tersebut yang lebih memilih untuk memanfaatkan jasa survei topografi.

Untuk membuka jasa survei topogafi memang membutuhkan modal terutama modal untuk peralatan topografi yang cukup mahal. Akan tetapi usaha ini bisa dimulai dengan menggunakan peralatan survei yang relatif sederhana dan modal yang tidak terlalu besar, tetapi hasil peta yang dihasilkan bagus, detil, teliti dan presisi tinggi, maka otomatis konsumen akan puas sehingga jasa survei bisa tetap berjalan untuk secara bertahap meng*upgrade* peralatan yang lebih modern dan canggih.

3. Penyedia jasa pemboran

Perusahaan pertambangan dalam melaksanakan eksplorasi juga tidak seluruhnya mempunyai unit mesin bor dan karyawan sebagai juru bor. Banyak perusahaan tambang yang ketika eksplorasi lebih suka menggunakan jasa pemboran atau kontraktor bor. Selain untuk pemboran eksplorasi, usaha jasa pemboran juga bisa untuk jasa pemboran air tanah, baik untuk konsumsi umum maupun sumur bor rumah tangga.

4. Pelaku usaha geowisata

Industri pariwisata yang sekarang sedang marak dikembangkan merupakan peluang bisnis yang sangat menjanjikan. Masyarakat di era sekarang sudah mulai beralih dalam memilih lokasi wisata. Kalau pada tahun 90-an sampai 2000-an lebih cenderung berwisata di tempat-tempat wisata seperti museum, monumen, wisata kota, pantai, goa-goa maupun danau, maka seiring waktu minat masyarakat dalam berwisata mulai berkembang menuju ke daerah yang lebih tinggi seperti gunung maupun tempat-tempat dengan pemandangan alam yang indah.

Suatu tempat menghadirkan pemandangan yang indah secara geologis menandakan bahwa tempat tersebut dibentuk melalui proses-proses geologis alami. Ini merupakan peluang bisnis untuk menjadikan tempat tersebut sebagai tempat wisata atau yang sekarang sedang menjadi *trend* adalah geowisata dengan wisata andalannya yang selalu dicari yaitu tempat swafoto.

Peluang seperti ini sebenarnya tidak membutuhkan modal yang sangat besar. Tempat-tempat tersebut cukup dibersihkan, ditata dan dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas seperti tempat swafoto, kamar kecil, tempat parkir, Mushola, tempat makan atau resto maupun fasilitas lain seperti jalan akses yang nyaman, tetapi tidak terlalu banyak merubah keaslian alamnya.

5. Pengusaha jasa peralatan dan alat angkut tambang

Perusahaan pertambangan dalam melaksanakan operasi penambangannya tidak semuanya mempunyai peralatan tambang atau alat berat maupun alat angkut sendiri. Beberapa perusahaan tambang apalagi perusahaan menengah ke bawah cenderung memilih untuk menyewa atau merental peralatan tambang maupun peralatan angkutnya. Ini juga merupakan peluang usaha yang bisa dijalankan di sektor pertambangan.

Peluang usaha ini memang memerlukan modal yang banyak, tetapi bisa disiasati dengan salah satunya yaitu investasi alat yang tidak terlalu banyak, yang penting semua peralatan tersebut ada yang menggunakan jasanya sehingga peralatan-peralatan tersebut tidak menganggur dan tetap menghasilkan sewa setiap harinya untuk dapat diinvestasikan lagi hasil dari sewa-sewa peralatan tersebut (melakukan perputaran uang).

Tugas

1. Dari beberapa jenis usaha di bidang geologi pertambangan tersebut, jenis usaha apa yang paling kalian minati?
2. Carilah informasi, bagaimana para pengusaha pada bidang-bidang usaha tersebut merintis usahanya, menjalankan usahanya serta mengatasi permasalahan yang timbul sehingga berhasil dalam berwirausaha?

C. Membangun Jiwa Wirausaha di Bidang Geologi Pertambangan

Setiap orang dikaruniai dengan minat dan bakat yang berbeda-beda. Demikian juga dengan lulusan dari SMK Geologi Pertambangan. Setiap lulusan akan mempunyai minat, bakat dan karakter masing-masing.

Sebagai lulusan baru mungkin sebagian besar akan lebih cenderung untuk bekerja di perusahaan sebagai karyawan daripada berwirausaha, karena berwirausaha tidak hanya membutuhkan kompetensi keahlian yang baik, tetapi juga membutuhkan keberanian tekad, modal keuangan termasuk persiapan antisipasi (saat ini sering diistilahkan sebagai *plan B*), jika wirausahanya mengalami permasalahan atau bahkan harus berhenti beroperasi.

Ketika seorang lulusan baru dari jenjang SMK memutuskan untuk bekerja di perusahaan sebagai seorang karyawan, hal tersebut juga baik karena sebagai seorang lulusan baru (*fresh graduate*) tentunya belum mempunyai pengalaman kerja. Seiring waktu berjalan akan sangat mungkin terjadi perubahan-perubahan dalam memilih pekerjaan. Sebagian besar mungkin masih pada jalur awal yaitu menjadi karyawan, tetapi beberapa mungkin akan berubah jalur pekerjaan.

Hal tersebut wajar karena waktu umur yang terus bertambah secara angka, juga kebutuhan dan rencana-rencana baru dalam menjalani kehidupan, sehingga merubah pola kerjanya dari seorang pekerja menjadi seorang wirausahawan.

Tetapi tidak sedikit juga yang sedari lulus SMK lebih memilih jalur pekerjaan sebagai seorang wirausahawa atau wirausahawati. Dengan terjun langsung sebagai seorang wirausahawan atau wirausahawati sedari lulus SMK, maka nilai positifnya adalah sebagai berikut:

1. Secara kompetensi, masih segar (*fresh)* dengan ilmu-ilmu dan teknologi yang baru saja diperoleh pada saat sekolah.
2. Secara mental cenderung lebih berani karena pada umumnya belum mempunyai tanggungan (terutama keluarga) yang akan terkena imbasnya jika usahanya terkena masalah atau bahkan berhenti.
3. Sebagai generasi muda lebih mudah tanggap dan menerima serta menguasai ilmu-ilmu, teknologi dan isu-isu terbaru.

Setiap orang pasti mempunyai *vision* dan *passion* atau pandangan (cita-cita) dan kemauan (gairah) dalam hidupnya, termasuk ketika memilih untuk masuk pada jenjang pendidikan SMK dengan Program

Keahlian Geologi Pertambangan. Jika ada diantara kalian sudah memilih jenjang pendidikan SMK dengan Program Keahlian Geologi Pertambangan tetapi sebenarnya masih bingung atau masih ada rasa kurang mantap, kalian bisa melakukan beberapa hal berikut, termasuk juga bagi kalian yang memang sudah merasa mantap dan paham dengan bidang Geologi Pertambangan antara lain:

1. Membaca buku-buku maupun tulisan-tulisan tentang geologi pertambangan termasuk di internet.
2. Melihat video-video tentang aktivitas pekerjaan di pertambangan terkini di internet.
3. Mempelajari informasi tentang tokoh-tokoh di bidang geologi pertambangan yang sudah berhasil dalam usahanya, meliputi pola pikirnya, cara kerjanya dan karirnya dari belum sukses hingga setelah sukses sebagai motivasi diri kalian.

Selain hal tersebut, kalian juga harus mulai mempelajari tentang bidang- bidang pekerjaan di sektor geologi pertambangan terkini yang melibatkan beberapa sektor dalam bidang pertambangan (lintas sektoral) seperti potensi bahan galian di alam saat ini dan potensi pasarnya. Serta mempelajari keterampilan terkait manajerial, komunikasi, kehumasan, dan keterampilan penggunaan teknologi informasi. Keterampilan ini akan membantu kalian menjalankan usaha atau bekerja di bidang ini.

Tugas

Jiwa kewirausahaan tiap orang bisa berbeda-beda, bahkan mungkin ada seseorang yang merasa tidak punya jiwa wirausaha. Untuk menumbuhkan jiwa wirausaha, coba sekarang kalian cermati kondisi saat ini dan sekitar kalian, kemudian secara mandiri kalian tentukan salah satu jenis wirausaha di Bidang Geologi Pertambangan, disertai dengan alasan!

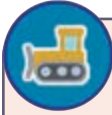
D. Pembelajaran Berbasis Proyek Wirausaha di Bidang Geologi Pertambangan

Berwirausaha tidak cukup hanya dipelajari, tetapi juga harus dicoba dan dilakukan. Kegagalan memang menjadi momok yang menakutkan bagi orang yang baru mencoba sesuatu, apalagi mencoba suatu usaha bisnis yang menggunakan modal dalam jumlah banyak.

Wirausaha harus tetap dicoba dengan didahului dengan belajar tentang bidang yang akan dijalankan, percaya diri, mengamati kondisi sekitar, memperhatikan waktu atau *moment*, menyiapkan modal, menumbuhkan keberanian dan menyiapkan antisipasi terburuk jika usahanya gagal. Mencoba berwirausaha tidak harus dengan usaha yang besar dan bermodal banyak.

Pembelajaran kewirausahaan di bidang geologi pertambangan, selain kalian belajar secara teori kewirausahaan klasikal, kalian juga bisa belajar dengan terlebih dahulu mencari informasi tentang tokoh-tokoh yang sudah sukses di bidang pertambangan. Kalian pelajari biografinya untuk menumbuhkan rasa percaya diri kalian. Selanjutnya bisa kalian pelajari langkah-langkah atau kiat-kiat mereka dalam menjalankan bisnis mereka.

Pembelajaran yang lebih menjurus pada proyek, maka kalian harus mengkaji kembali pada apa itu geologi pertambangan. Kemudian apa yang ada di sekitar kalian yang berkaitan dengan geologi pertambangan, misalnya ada bukit yang tersusun oleh andesit, ada pasir di sungai, ada sentra kerajinan keramik dan lain-lain.

Bisa juga kalian mempelajari pada aktivitas penambangan, disana ada jasa pengukuran topografi, jasa pemboran, jasa penyedia peralatan tambang, jasa penyedia alat angkut tambang. Atau mungkin daerah kalian atau kalian punya gambaran tempat dengan pemandangan alam yang indah dan prospek untuk swafoto maupun berwisata.

Tugas

Dari beberapa contoh peluang usaha di sektor geologi pertambangan yang sudah dipelajari sebelumnya, pilihlah salah satu yang kalian pandang berpeluang untuk berwirausaha dengan langkah sebagai berikut:

1. Pelajari peluang usaha tersebut meliputi berapa modal yang dibutuhkan, berapa biaya operasionalnya, berapa potensi keuntungannya dan berapa lama efektif usaha tersebut berjalan termasuk inovasi apa yang perlu kalian lakukan untuk tetap menjaga keberlangsungan usaha yang kalian pilih tersebut.
2. Gunakan data-data yang sesuai atau mendekati data sebenarnya yang dipakai di dunia usaha saat ini.
3. Cari data-data tersebut di berbagai sumber, baik internet, media massa maupun mencari data langsung di dunia usaha. Format proposal usaha dibuat sesuai dengan jenis usaha dan kreativitas kalian.

Rangkuman

Lulusan SMK disiapkan untuk bisa masuk ke dalam tiga tujuan sebagai pekerja, melanjutkan pendidikan di tingkat yang lebih tinggi dan berwirausaha. Berikut profesi bagi lulusan baru SMK Geologi Pertambangan antara lain juru ukur, juru bor, asisten *geologist*, asisten *foreman*, asisten juru ledak, asisten perencana tambang, *grade control*, operator alat berat, staf HSE dan profesi-profesi lainnya.

Bagi lulusan SMK yang tidak memilih sebagai pekerja maupun tidak melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi, bisa memilih menjadi seorang wirausahawan/wirausahawati. Belajar kewirusahaan

berarti harus belajar membaca peluang, menumbuhkan kepercayaan diri, melatih keberanian mengambil keputusan dan mempelajari situasi dan kondisi pada saat tersebut. Wirausahawan harus mempunyai visi, kemauan dan tujuan yang jelas karena menentukan hajat hidup pribadi dan orang lain (jika mempekerjakan orang lain).

Tujuan kewirausahaan membuka lapangan pekerjaan baru untuk orang lain serta membantu mereka guna menjadi pengusaha mandiri, menciptakan jaringan bisnis yang baru yang bisa menyerap banyak tenaga kerja di sekitarnya, meningkatkan kesejahteraan hidupnya serta masyarakat di usaha yang dijalankan dengan membuka lapangan kerja, menularkan serta mengembangkan semangat berwirausaha pada orang lain dan membantu para pengusaha muda guna berkreasi serta berinovasi.

Ciri-ciri wirausahaan mempunyai keberanian serta mempunyai kreasi yang tinggi, mempunyai semangat serta kemauan yang keras, mempunyai kemampuan analisis dan manajerial yang baik, mempunyai jiwa kepemimpinan serta pengayoman yang baik, bisa membuat keputusan yang benar dan bertanggung jawab serta memiliki jiwa pengabdian yang besar pada bisnis yang dijalankannya.

Beberapa jenis wirausaha dan peluang usaha di bidang geologi pertambangan yang bisa dijalankan dengan memperhatikan keadaan dan peluang pada masa sekarang antara lain pengusaha tambang, jasa survei topografi, penyedia jasa pemboran, pelaku usaha geowisata, pengusaha jasa peralatan dan alat angkut tambang.

Dengan terjun langsung sebagai seorang wirausahawan sesudah lulus SMK, maka nilai positifnya antara lain secara kompetensi, masih segar (*fresh)* dengan ilmu-ilmu dan teknologi yang baru saja diperoleh pada saat sekolah, secara mental cenderung lebih berani karena pada umumnya belum mempunyai tanggungan (terutama keluarga) yang akan terkena imbasnya jika usahanya terkena masalah atau bahkan berhenti dan sebagai generasi muda lebih mudah tanggap dan menerima serta menguasai ilmu-ilmu, teknologi dan isu-isu terbaru.

Hal-hal lain untuk lebih memantapkan kembali *vision* dan *passion* kalian bidang Geologi Pertambangan dengan membaca buku-buku maupun tulisan-tulisan tentang geologi pertambangan termasuk di internet, melihat video-video tentang aktivitas pekerjaan di pertambangan terkini di internet dan mempelajari informasi tentang tokoh-tokoh di bidang geologi pertambangan yang sudah berhasil dalam usahanya, meliputi pola pikirnya, cara kerja serta karirnya dari belum sukses hingga setelah sukses sebagai motivasi diri kalian.

Hal-hal lain yang harus dipelajari di sektor geologi pertam-bangan terkini yang melibatkan beberapa sektor (lintas sektoral) diantaranya adalah potensi bahan galian, potensi pasar, jalur perijinan, kemampuan manajerial, relasi, mempunyai sumber dan cadangan modal untuk menjalankan wirausaha dan mampu mengaplikasikan teknologi terkini yang kadang lebih cepat dari yang kita bayangkan.

Refleksi

Setelah mempelajari materi-materi tentang peluang usaha serta wirausaha di bidang Geologi Pertambangan di atas, tandailah bagian-bagian yang sudah kalian kuasai dengan tanda centang!

No.	Materi	Tingkat Pemahaman	
		Sudah Menguasai	Belum Menguasai
1	Kompetensi-kompetensi lulusan SMK Geologi Pertambangan		
2	Profesi-profesi yang bisa dijalani lulusan SMK Geologi Pertambangan		

No.	Materi	Tingkat Pemahaman	
		Sudah Menguasai	Belum Menguasai
3	Peluang usaha maupun wirausaha yang bisa dijalankan oleh lulusan SMK Geologi Pertambangan		
4	Membangun minat dan bakat berwirausaha		
5	Membuat proyek-proyek atau usaha di bidang geologi pertambangan		

Penilaian

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

1. Kompetensi-kompetensi apa sajakah yang harus dikuasai oleh para peserta didik setelah lulus dari SMK di bidang geologi pertambangan?
2. Profesi-profesi apa sajakah yang harus dijalani oleh para peserta didik setelah lulus dari SMK di bidang geologi pertambangan?
3. Peluang usaha dan wirausaha apa sajakah yang bisa dijalankan oleh para peserta didik setelah lulus dari SMK di bidang geologi pertambangan?!
4. Bagaimana membangun pandangan dan cita-cita dibidang geologi pertambangan?
5. Bagaimana mengembangkan kemampuan dan gairah dibidang geologi pertambangan?
6. Bagaimanakah merencanakan suatu proyek dibidang geologi pertambangan?

Banyak kompetensi-kompetensi yang bisa diperoleh peserta didik di SMK di bidang geologi pertambangan. Tapi ketika peserta didik tersebut lulus dari sekolah dan kemudian bekerja, biasanya hanya satu kompetensi yang digunakan pada profesi yang dijalaninya. Tetapi kompetensi yang menjadi profesinya tersebut harus lebih mendalam. Tentukan kompetensi keahlian geologi pertambangan apa yang ingin kalian kuasai untuk menunjang profesi yang menjadi cita-cita kalian dimasa depan!

Lembar Kerja Siswa

Program Keahlian	:	Teknik Geologi Pertambangan
Kelas/Semester	:	X/1
Mata Pelajaran	:	Dasar-dasar Geologi Pertambangan
Elemen	:	Profesi dan Peluang Usaha di Bidang Geologi Pertambangan
Pertemuan ke	:	19

I. PETUNJUK

a. Pelajari secara seksama mengenai profesi dan peluang usaha di sektor geologi pertambangan!
b. Cermatilah jenis-jenis peluang usaha atau wirausaha di sektor geologi pertambangan!

II. ALAT

a. Pensil
b. Penghapus
c. Penggaris
d. Pulpen
e. Materi peluang usaha disektor geologi pertambangan

III. BAHAN

Kertas HVS

IV. TUGAS

Buatlah tabel potensi peluang usaha di bidang geologi pertambangan Indonesia berdasarkan jenis, kompetensi, target konsumen, dan perkiraan modal yang dibutuhkan!

Glosarium

alluvial

Endapan yang terbentuk dari pengendapan sungai maupun danau.

backhoe

Alat gali muat mekanis yang sekopnya digerakkan naik-turun oleh tenaga hidrolik; medan kerja terbaiknya berada di depan bagian bawah tempat berpijaknya.

base metal

Logam-logam dasar seperti Au, Ag, Cu, Pb, Zn.

blaster

Orang yang berkualifikasi tertentu yang bertugas dan bertanggung jawab dalam pengisian bahan peledak ke dalam lubang tembak dan penyalaan peledakan.

bulldozer

Alat gusur mekanis yang pada bagian mukanya dipasang bilah baja berbentuk busur; bilah dapat digerakkan naik/turun oleh kabel atau silinder hidraulik; alat ini paling banyak digunakan untuk pemindahan tanah secara mekanis seperti untuk menggusur tanah, bebatuan, pepohonan, dan lain-lain.

cadangan terukur

Volume cebakan bahan galian yang mempunyai nilai ekonomis, setelah dihitung berdasarkan metode tertentu.

conveyor belt

Ban atau sabuk yang terhubung ke dua atau lebih katrol yang berputar yang digunakan untuk mengangkut material.

digital twins

Suatu teknologi yang memanfaatkan *big data* dan digunakan untuk pemantauan kegiatan eksplorasi dari jarak jauh, sehingga dapat mengurangi biaya pengeluaran.

dispersi

Suatu sistem ketika partikel terdistribusi dari sebuah bahan yang tersebar dalam sebuah fase berkelanjutan dari bahan lain.

disposal area

Lokasi pada tambang terbuka yang dijadikan tempat untuk menimbun material yang tidak berharga.

driller

Juru bor: Kepala kelompok pekerja bor yang mengambil semua keputusan dan memberikan instruksi dalam melaksanakan kegiatan pengeboran.

drone

Pesawat tanpa awak yang bisa terbang dengan dikendalikan dari jarak jauh pakai *remote control* atau komputer canggih.

float

Potongan-potongan lepas dari batuan atau bijih yang terdapat pada atau dekat permukaan tanah, atau dasar sungai; dapat digunakan sebagai petunjuk adanya mineralisasi.

fosfat

Garam-garaman yang yang terbentuk oleh asam fosforis dan alkali; antara lain sodium, potassium ammonium dan kalsium fosfat; mineral ini sering digunakan dalam industri pupuk.

gaya endogen

Proses yang berasal dari dalam bumi; ber-sumber dari kekuatan di dalam bumi, seperti pembentukan gunung api.

gaya eksogen

Proses yang berasal dari luar bumi yang menyebabkan terjadinya perubahan di permukaan atau dekat permukaan bumi, seperti pelapukan, erosi, abrasi, denudasi.

geofisika

Ilmu tentang sifat-sifat alami bumi (panas, magnetisme, dan sebagainya) dan gejala-gejalanya (mencakupi bidang-bidang meteorologi, oseanografi, seismologi, vulkanologi, magnetisme, dan geodesi).

geofon

Detektor yang diletakkan atau ditancapkan di atas tanah dalam pekerjaan seismik untuk menerima getaran pada titik bumi yang ditentukan.

geokimia

Cabang ilmu kimia tentang susunan bumi dan penggolongan unsur-unsur yang terdapat di dalam bumi.

GPS

Sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat.

granit

Batuan “beku dalam” atau batuan plutonik yang berwarna terang dengan butiran mineral yang terlihat cukup besar.

grid

Susunan kerangka yang dibangun atas garis dengan posisi vertikal dan horizontal, sebagai alat bantu untuk menyusun atau mengatur objek dalam kontek perencanaan dalam ruang gambar dua dimensi.

IUP

Izin yang diberikan untuk melaksanakan usaha pertambangan.

IUPK

Izin yang diberikan untuk melaksanakan usaha pertambangan di wilayah usaha pertambangan khusus.

land clearing

Proses pembersihan lahan sebelum dimulainya kegiatan tambang, pertanian, perkebunan, atau penambangan/pembangunan.

laterit

Tanah yang kemerah-merahan yang mengandung zat besi, aluminium, dan sebagainya.

logger

Pencatat data sebaran litologi dan endapan mineral maupun batubara dalam suatu lubang bor.

marmer

Disebut marble, sering pula disebut sebagai batu pualam, bertekstur granoblastik, yang disusun oleh sebagain besar mineral kalsit dan dolomite merupakan hasil proses metamorfose kontak atau regional dari jenis batugamping.

morfologis

Proses-proses yang menyebabkan terbentuk dan berubahnya raut atau roman muka bumi.

over burden

Lapisan tanah atau batuan yang berada di atas dan langsung menutupi lapisan bahan galian berharga, sehingga perlu disingkirkan terlebih dahulu sebelum dapat menggali bahan galian berharga itu.

pengangkatan (*uplift*)

Gaya angkat ke atas dari suatu perlapisan bumi atau batuan.

placer

Endapan kelas terigen yang terbentuk oleh proses sedimentasi biasa yang mengendapkan atau mengkonsentrasikan mineral-mineral berat.

power shovel

Alat gali (pemindah tanah) mekanis berukuran besar dengan bak/ embar penggali dipasang diujung batang penggerak yang mampu menggali dan memuat batuan atau batubara sampai ratusan ton sekali angkat untuk dimuat kedalam truk.

roster

Pengaturan jadwal antara bekerja dengan cuti atau libur karyawan.

seismik refleksi

Salah satu metode seismik yang memanfaatkan pemantulan gelombang ke dalam bumi yang di timbulkan oleh sumber getaran dan diterima oleh *geofon.*

seismik refraksi

Salah satu metode seismik yang memanfaatkan penjalaran gelombang menggunakan Hukum Snellius.

sesar (patahan)

Fraktur planar atau diskontinuitas pada suatu volume batuan, dimana telah terjadi perpindahan signifikan sebagai hasil dari gerakan massa batuan.

singkapan (*out crop*)

Bagian dari batuan maupun bahan galian yang tersingkap dipermukaan karena proses geologi seperti pengangkatan permukaan bumi atau akibat perbuatan manusia.

smelter

Fasilitas pengolahan hasil tambang yang berfungsi meningkatkan kandungan logam seperti timah, nikel, tembaga, emas, dan perak hingga mencapai tingkat yang memenuhi standar sebagai bahan baku produk akhir.

stripping rasio

Perbandingan antara jumlah volume lapisan penutup yang perlu disingkirkan (dalam meter kubik) dan satu ton bahan galian yang ditambang.

stock pile

Tempat penumpukan atau bahan yang ditumpuk untuk diambil, diolah, dipasarkan atau dimanfaatkan kemudian.

suseptibilitas

Kerentanan batuan untuk dengan mudah termagnetisasi.

theodolite

Salah satu alat ukur tanah yang digunakan untuk menentukan tinggi tanah dengan sudut mendatar dan sudut tegak.

topografi

Kajian atau penguraian yang terperinci tentang keadaan muka bumi pada suatu daerah.

top soil removal

Pengupasan tanah pucuk.

tracing float

Kegiatan pengamatan pada pecahan-pecahan (potongan-potongan) batuan seukuran kerakal sampai dengan *boulder* yang terdapat pada sungai-sungai, dengan asumsi bahwa jika terdapat pecahan-pecahan yang mengandung mineralisasi, maka sumbernya adalah pada suatu tempat di bagian hulu dari sungai tersebut.

tsunami

Gelombang laut dahsyat (gelombang pasang) yang terjadi karena gempa bumi atau letusan gunung api di dasar laut.

wallrock

Batuan yang mengapit suatu lapisan atau *vein* bahan galian secara lateral.

waste dump

Suatu daerah dimana suatu operasi tambang terbuka dapat membuang material kadar rendah dan/atau material bukan bijih yang harus digali dari pit untuk memperoleh bijih/material kadar tinggi.

well-site geologist

Representasi *Geoscientist* di sumur yang mempunyai tanggung jawab melakukan supervisi dalam kegiatan akusisi data di sumur dan membantu dalam kegiatan operasi pengeboran.

zeolit

Golongan mineral alumina silikat yang terhidrasi dari kation alkali dan alkali tanah, rumus kimia XKaSi4O2.NH2O.

Indeks

K

L

M

N

O

P

Daftar Pustaka

-------. Digitalisasi Bisnis Pertambangan. 2020. https://e2consulting.co.id/2020/12/03/digitalisasi-bisnis-pertambangan. Diakses 11 Juni 2020.

Agincourt Resources. *Dampak Pergantian Musim Bagi Pertambangan*. 2021. https://www.agincourtresources.com/read-agincourt/dampak-pergantian-musim-dan-bagi-pertambangan. Diakses 6 Juni 2021.

Agincourt Resources. *Jenis-Jenis Teknologi yang Wajib Dimiliki Perusahaan Pertambangan*. 2021 https://www.agincourtresources.com/read-agincourt/jenis-jenis-teknologi-yang-wajib-dimiliki-perusahaan-pertambangan. Diakses 8 Juni 2021.

Bargawa, Waterman. *Perencanaan Tambang*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran, 2018.

Bargawa, Waterman. *Reklamasi dan Pascatambang*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran, 2017.

Fernando, E. *Masih Melimpah! Berikut Laporan Jumlah Potensi Sumber Daya Minerba Indonesia Beserta Cadangannya*. 2020. https://duniatambang.co.id/Berita/read/778/Masih-Melimpah-Berikut-Laporan-Jumlah-Potensi-Sumber-Daya-Minerba-Indonesia-Beserta-Cadangannya. Diakses 12 Juni 2021.

Fernando, E. *Pengaruh Cuaca pada Kegiatan Pertambangan*. 2020. https://duniatambang.co.id/Berita/read/1089/ Pengaruh-Cuaca-pada-Kegiatan-Pertambangan. Diakses 6 Juni 2021.

Fernando, E. *Peran Kecanggihan Teknologi dalam Pertambangan Modern*. 2020 https://duniatambang.co.id/Berita/read/1204/Peran-Kecanggihan-Teknologi-dalam-Pertambangan-Modern. Diakses 2 Juni 2021.

Hartomo, G. *Daftar Umur Cadangan Tambang di RI: Emas 28 Tahun, Perak 1.000 Tahun*. 2019. dari https://economy.okezone.com/read/2019/07/08/320/2076152/daftar-umur-cadangan-tambang-di-ri-emas-28-tahun-perak-1-000-tahun. Diakses 12 Juni 2021.

Junaedi, N. L. Etika Profesi: Prinsip, Tujuan, Manfaat, dan 7 Contohnya. 2022. https://www.ekrut.com/media/etika-profesi-adalah. Diakses 9 Mei 2022.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Cadangan Batubara Indonesia Sebesar 26 Miliar Ton. 2018 https://www.esdm.go.id/id/media-center/news-archives/cadangan-batubara-indonesia-sebesar-26-miliar-ton. Diakses 21 Juni 2021.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. *Kilas Balik Sejarah Pertambangan dan Energi Di Indonesia*. 2008. https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/kilas-balik-sejarah-pertambangan-dan-energi-di-indonesia. Diakses 13 Juni 2021.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. *Geologi Dasar 1*. Jakarta: Kemendikbud RI. 2013.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. *Geologi Dasar 2*. Jakarta: Kemendikbud RI. 2013.

Literasi Publik. *Tahapan Kegiatan Pertambangan*. 2018. https://www.literasipublik.com/tahapan-kegiatan-pertambangan. Diakses 8 Juni 2021.

Nurhakim. *Tambang Terbuka (HTKK-024).* Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat, 2005.

Octavianie, A. (2018). *Transformasi Digital Perusahaan Pertambangan di Indonesia*. 2018. https://duniatambang.co.id/Berita/read/1468/Transformasi-Digital-Perusahaan-Pertambangan-di-Indonesia. Diakses 11 Juni 2021.

Petriella, Y. *Kementerian ESDM Paparkan 13 Isu Utama Revisi UU Minerba*. 2020. https://ekonomi.bisnis.com/read/20200429/44/1234585/kementerian-esdm-paparkan-13-isu- utama-revisi-uu-minerba.

Diakses 11 Juni 2021.

Ponka, M. *Lima Inovasi Terbaru di Dunia Pertambangan 2020 Tingkat Dunia*. 2020. https://duniatambang.co.id/Berita/read/1376/Lima-Inovasi-Terbaru-di-Dunia-Pertambangan-2020-Tingkat-Dunia. Diakses 2 Juni 2021.

Prasetyo, H. & Sutopo, W. Industri 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek dan Arah Perkembangan Riset. *Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 19. 2018.

Reynolds, J. M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Chichester: John Wiley and Sons Ltd, 1997.

Santoso, Djoko. Pengantar Teknik Geofisika. Bandung: ITB Press, 2022.

Referensi

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 42 Tahun 2016 tentang Standardisasi Kompetensi Kerja di Bidang Pertambangan Mineral dan Batubara. KESDM RI, 2016.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2018 Tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara. KESDM RI, 2018.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. KESDM RI, 2009.

Daftar Sumber Gambar

Bab 1

Gambar 1.2 SMKN 2 Depok (2019)

Gambar 1.3 Kompas/B Josie Susilo Hardianto (2011)

https://money.kompas.com/image/2020/01/23/180000926/freeport-sudah-tidak-ada-lagi-aktivitas-di-tambang-terbuka-grasberg?page=1

Gambar 1.4 Gandung Yustiadi (2022)

Gambar 1.5 Gandung Yustiadi (2022)

Gambar 1.6 Geophysics.fmipa.unmul.ac.id (2019)

http://geophysics.fmipa.unmul.ac.id/wp-content/uploads/2019/02/WhatsApp-Image-2018-12-03-at-10.14.231.jpeg

Gambar 1.8 Flickr/Wessex Archaeology (2007)

https://flic.kr/p/4yJuPB

Gambar 1.9 Flick/Wessex Archaeology (2005)

https://live.staticflickr.com/72/215913239_96896a16ed_b.jpg

Gambar 1.10 Themarketherald.com.au (2019)

https://themarketherald.com.au/wp-content/uploads/2019/05/Auroch-Minerals-Limited.jpg

Gambar 1.11 Archaeologicalresearchservices.com (2020)

https://www.archaeologicalresearchservices.com/wp-content/uploads/2020/06/IMG-20200529-WA0003_crop-350x350.jpg

Gambar 1.12 Gandung Yustiadi (2022)

Gambar 1.13 Flickr/U.S. Geological Survey (2016)

https://live.staticflickr.com/7566/26766150653_9e0109ccc6_b.jpg

Gambar 1.14 Tangkapan layar Youtube Sahabat Tambang (2020)

https://youtu.be/Y4MW1WCJsjo

Gambar 1.15 PT Bumi Suksesindo (2022)

https://intercomm.bumisuksesindo.com/wp-content/uploads/2021/01/Meniko-6-1536x864.jpg

Gambar 1.16 Tempo/Eko Siswono Toyudho (2020)

https://statik.tempo.co/data/2011/07/03/id_82315/82315_620.jpg

Gambar 1.17 PT Gunung Marmer Raya (2022)

https://gmr-marble.com/wp-content/uploads/2016/06/Quarries-DJI-0020.jpg

Gambar 1.18 Terrasearch.com.au (2019)

https://terrasearch.com.au/wp-content/uploads/2019/08/GroundMag3.jpg

Gambar 1.19 Jordan (2022)

https://www.ftmmachinery.com/uploads/image/20220329161833_13464.jpg

Gambar 1.20 Republika/Musiron (2018)

https://static.republika.co.id/uploads/images/inpicture_slide/tambang-bawah-tanah-pt-freeport-_151114103032-143.jpg

Gambar 1.22 Flickr/X376 (2006)

https://live.staticflickr.com/153/329861421_b101e2b587_h.jpg

Gambar 1.23 Pushep (2020)

https://pushep.or.id/wp-content/uploads/2020/03/1852-reklamasi-batuhijau-3_ooid5t.jpg

Bab 2

Gambar 2.3 Xinhua/Li Jianan (2020)

http://www.xinhuanet.com/english/2020-08/13/139288251_15973218652831n.jpg

Gambar 2.5 Westrac.com (2021)

https://www.westrac.com.au/-/media/project/westrac/mainsite/image-technology-minestar-fleet-assign-ment-1000x500-122018.jpg?h=500&w=1000&hash=778F-25C12B53CD3EF8A4A386416EDCD9

Gambar 2.6 Asiatoday/PT Vale (2022)

https://asiatoday.id/wp-content/uploads/2019/09/Smelt-er-PT-Vale-Indonesia.-Foto-Dok-PT-Vale.jpg

Bab 3

Gambar 3.2 Gandung Yustiadi (2022)

Gambar 3.3 Gandung Yustiadi (2008)

Gambar 3.4 Tangkapan layar Youtube Kerjo Tambang (2019)

https://youtu.be/tcfE2oscK0Y

Gambar 3.5 Geologinesia (2015)

https://www.geologinesia.com/2015/11/tugas-grade-control-nikel-laterit.html

Gambar 3.6 Hilda B. Alexander/Kompas.com (2019)

https://properti.kompas.com/image/2019/05/02/194817721/ade-ayu-milenial-yang-memilih-jadi-operator-alat-berat-20-ton?page=1

Gambar 3.7 Admin OT. Eltran Indonesia (2020)

https://eltran.co.id/wp-content/uploads/2020/05/11082019115340photoNews.jpg

Gambar 3.8 Solopos.com (2013)

https://images.solopos.com/2013/04/I03OQwPZ-09depo-pasir2.jpg

Profil Pelaku Perbukuan

Profil Penulis

Nama Lengkap : Gandung Yustiadi, S.T.
E-mail : just.the.guns@gmail.com
Instansi : SMK Negeri 2 Depok, Sleman
Bidang Keahlian : Geologi Pertambangan

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir

1. Guru pada Program Keahlian Geologi Pertambangan di SMK Negeri 2 Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta (Juli 2016-sekarang).
2. Guru pada Program Keahlian Geologi Pertambangan di SMK Muhammadiyah 1 Salam, Magelang, Jawa Tengah (Juli 2014-Juni 2017).
3. Guru pada Program Keahlian Geologi Pertambangan di SMK Negeri 1 Temon, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta (Juni 2012-Desember 2018).
4. Geologist pada beberapa perusahaan dengan *site* di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Papua, dengan berbagai komoditas bahan galian, antara lain emas, bijih besi, nikel, batubara dan lain-lain (Juli 2005-Desember 2011).

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. Strata 1 Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, 2005.
2. SMK Negeri 2 Depok (STM Pembangunan Yogyakarta) Jurusan Geologi Pertambangan, 2000.

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Dr. Eng. Very Susanto, S.T., M.T.
E-mail : very-s@itb.ac.id
Instansi : Institut Teknologi Bandung
Bidang Keahlian : Geologi

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir

1. Dosen di Institut Teknologi Bandung (2014 – sekarang)
2. Dosen Luar Biasa di UNPATTI (2017 – sekarang)
3. Dosen Luar Biasa ITERA (2020, 2022)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. Program Insinyur, ITB (2020).
2. Doktor, Graduate School of Engineering, Faculty of Engineering, Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University, Japan (2016).
3. Magister, Prodi Teknik Geologi ITB (2010)
4. Sarjana, Prodi Teknik Geologi, Fak. Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral, ITB (2005).

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. **Susanto, V.**, K. Sasaki, Y. Sugai, Teruhisa Yamashiro. *Mixing gas migration in fractured rock through unsaturated and water saturated layer: result of pneumatic gas injection test.* Energy Procedia 37, pp 3507 – 3512, 2013.
2. **Susanto, V.**, K. Sasaki, Y. Sugai, Wataru Kawasaki. *Field test study on leakage monitoring at a geological CO^2 storage site using hydrogen as a tracer.* International Journal of Greenhouse Gas Control, Vol. 50 (July), 37 – 48, 2016.
3. Subroto E.A., Situmorang H., Kesumajana A.H.P, **Susanto V.**, Geochemical and Basin Modeling Analysis Study on The West Berau Area, Papua, Indonesia: unraveling the dry-hole mystery. *The fifteenth regional Congress on Geology, Minerals, and Energy Resources of Southeast asia (GEOSEA XV)*, 13-21 October 2018.
4. Zajuli M.H.H., Subroto E., **Susanto V.**, Characterization of Oil Shale in the Indragiri Hulu Regency, Indonesia, based on Organic Geochemistry and Petrography. *The Proceeding of 10th International Conference on Petroleum Geochemistry and Exploration in the Afro-Asian Region (AAAPG2019), May 10-12, 2019, Guangzhou, China.* IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol.360 (2019) 012008. doi:10.1088/1755-1315/360/1/012008.
5. Zaki Hilman, Asep Saepuloh, and **Very Susanto**., *Application of Land Surface Temperature Derived from ASTER TIR to Identify Volcanic Gas Emission around Bandung Basin.* International Journal of Remote Sciences, Vol. 16 (2), 73-80, 2019. http://jurnal.lapan.go.id/index.php/ijreses/article/view/3254/2565

Informasi Lain dari Penelaah

https://scholar.google.com/citations?user=noCSl5IAAAAJ&hl=id

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Aperta Ledy Alam
E-mail : aperta.alam@esdm.go.id
Instansi : PPSDM KEBTKE – KEMENTERIAN ESDM
Bidang Keahlian : Eksplorasi Geologi, Geosain Panas Bumi

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir

1. Widyaiswara Muda.
2. Asesor Kompetensi Muda Ketenagalistrikan Bidang Pembangkitan Tenaga Listrik – LSK PPSDM KEBTKE.
3. Asesor POP dan POM Panas Bumi – LSP ESDM.

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. Strata 1 Jurusan Teknik Geologi, Fak. Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta, 1990.
2. Strata 2 Magister Rekayasa Pertambangan, FTTM, ITB, Bandung, 2010.

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

Tidak ada

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Radhitya Adzan Hidayah, S.T., M.Eng.
E-mail : radhitya.adzan.h@akprind.ac.id
Instansi : Institut Sains & Teknologi AKPRIND
Bidang Keahlian : Teknik Geologi

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir

1. Dosen pada Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
2. Geologist pada perusahaan konsultan eksplorasi.

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. Strata 1 Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, 2007.
2. Strata 2 Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 2015.

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. *Analysis Geological and Geophysical Data for Prediction Landslide Hazard Zone with Weight of Evidence Method in Pacitan District East Java*, https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAGI/article/view/830. Journal of Applied Geospatial Information/2/1/Politeknik Negeri Batam, 2018.
2. *Landslide Susceptibility Map Pacitan District East Java Province, Intellectual property rights* (IPR)/ HAKI, National Copyright, 2018.
3. *Geology and Geophysisc to Discover Cu-Zn Mineralization in Purwohardjo Area, Wonogiri Regency, Central Java, International Proceding, EAGE-HAGI 1st Asia Pacific Meeting on Near Surface Geoscience and Engineering*, Yogyakarta, 2018.
4. Aplikasi GIS untuk Pemetaan Potensi Mineral Emas dan Tembaga di Kabupaten Pacitan, Propinsi Jawa Timur, Jurnal Geologi Pertambangan, Universitas Kutai Kartanegara, 2018.
5. Analisis Potensi Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-dipole di Desa Kasihan, Kecamatan Tegalombo, Kabupaten Pacitan, Propinsi Jawa Timur, https://jurnal.uns.ac.id/jmpf/article/view/28430. Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika 8 (2), 17-22/8/2/Universitas Negeri Sebelas Maret.

Profil Editor

Nama Lengkap : Cut Nilawati, M.Pd.
E-mail : cut.nilawati39@gmail.com
Instansi : SMPN 103 Jakarta
Bidang Keahlian : Bahasa Indonesia

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir

1. Guru SMPN 103 Jakarta (2005-sekarang)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. Strata 1 FKIP Jurusan Bahasa dan Sastra Indonesia Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, 1990-1995.
2. Strata 2 Jurusan Bahasa Indonesia UNINRA JKT, 2015-2017.

Judul Buku yang direview (10 Tahun Terakhir)

1. Buku Siswa Pelajaran Bahasa Indonesia kelas VIII Penerbit Pusat Kurikulum dan Perbukuan,Balitbang, Kemendikbud Tahun 2017.
2. Buku Guru Pelajaran Bahasa Indonesia kelas VIII Penerbit Pusat Kurikulum dan Perbukuan,Balitbang, Kemendikbud Tahun 2017.
3. Buku Siswa Pelajaran Bahasa Indonesia kelas IX Penerbit Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud Tahun 2018.
4. Buku Guru Pelajaran Bahasa Indonesia kelas IX Penerbit Pusat Kurikulum dan Perbukuan,Balitbang, Kemendikbud Tahun 2018.

Profil Editor

Nama Lengkap : Futri F. Wijayanti, S.Hum., M.A.
E-mail : futri.wijayanti@kemdikbud.go.id
Instansi : Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Bidang Keahlian : Pengembang Perbukuan

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir

1. Library Consultant, (2007-2008).
2. Legal Librarian (Pamungkas & Partners), (2008-2010).
3. Pengembang Perbukuan dan Penyunting, (2013-sekarang).

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. Strata 1 Ilmu Perpustakaan, Universitas Indonesia, tahun lulus 2007.
2. Strata 2 Kajian Budaya dan Media (peminatan Manajemen Informasi dan Perpustakaan), Universitas Gadjah Mada, tahun lulus 2018.

Pengalaman menulis

1. Biji Semangka Ajaib (2020).

Pengalaman menyunting

1. Buku Panduan Guru Pendidikan Khusus bagi Peserta Didik Autis disertai Hambatan Intelektual (2022).
2. Buku Panduan Guru Pendidikan Khusus bagi Peserta Didik dengan Hambatan Intelektual (2021).
3. Informatika untuk SMA Kelas XI (2021).
4. Buku Panduan Guru Informatika untuk SMA Kelas XI (2021).
5. Rusaknya Suara Kodok (2019).
6. Operasi Sampah di Taman (2019).
7. Rambut Juga Butuh Mandi (2019).
8. Titi dan Ira Berbagi Kebahagiaan (2019).

Profil Ilustrator

Nama Lengkap : Rio Ari Seno
E-mail : purple_smile340@yahoo.co.id
Instansi : Praktisi
Alamat Instansi : Jakarta
Bidang Keahlian : Illustration, Infographic, Graphic Design, Digital Sculpting

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir

Senior Graphic Designer di PT Tempo Inti Media Tbk (2013-Present)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

Strata 1 Fakultas Seni Rupa IKJ – DKV (2005-2011)

Informasi Lain dari Ilustrator

https://www.behance.net/rioariseno
http://artstation.com/rioariseno

Profil Ilustrator

Nama Lengkap : Ade Prihatna
E-mail : adeprihatna18@gmail.com
Instansi : Praktisi
Alamat Instansi : Bandung
Bidang Keahlian : Ilustrasi

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir

1. Ilustrator Freelance (Ilustrator buku Direct Selling Divisi Anak dan Balita), Mizan publishing 2000 - 2005.
2. Ilustrator Freelance Buku Balita, Karangkraft Publishing Malaysia 2012.
3. Ilustrator Modul Literasi dan Numerasi Jenjang Sekolah Dasar, Pusmenjar Kemendikbudristek, 2020.
4. Tim Ilustrator Buku Terjemahan cerita anak 2021, Pusat Pengembangan dan Pembinaan Bahasa Kemendikbudristek, 2021.
5. Ilustrator Buku Teks Pelajaran Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD), Ditjen PAUD Kemendikbudristek, 2021.
6. Ilustrator Freelance buku Anak dan Balita, DAR! Mizan, 2005 s.d. sekarang.

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 – Teknik Planologi Unpas
2. SMA – SMA Pasundan 1 Bandung 1995

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Serial Hupi-Hupa, 10 Judul DAR Mizan 2012
2. Seri Teladan Rosul, 13 Judul Pelangi Mizan, 2016
3. Seri Dunia Binatang Nusantara, 2 Judul, Pelangi, Pelangi Mizan, 2018
4. Allahu Swt Tuhanku, Pelangi Mizan 2019
5. Muhammad Nabiku, Pelangi Mizan, 2019
6. Aku Bisa Bersyahadat, Pelangi Mizan 2019
7. Seri Dear Kind, 4 Judul, Pelangi Mizan, 2020
8. Seri Halo Balita, 30 Judul, Pelangi Mizan 2020
9. Belajar Mambaca, Pelangi Mizan 2022
10. Belajar Berhitung, Pelangi Mizan 2022
11. Teman Jadi Musuh, Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2022
12. Kisah Hidup, Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2022
13. Burung Kecil di Pegunungan Besar, Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2022

Informasi Lain dari Ilustrator

Porto Folio : https://instagram.com/aeradeill

Profil Desainer

Nama Lengkap : Sitti Aulia, S.Si.
E-mail : auliawolf@gmail.com
Instansi : Praktisi
Alamat Instansi : Jakarta
Bidang Keahlian : Desain grafis

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir

1. Freelance Graphic Designer (2021-sekarang).
2. Staf Unit Publikasi Informasi di STFT Jakarta (29 Oktober 2013-4 November 2021).
3. Guru gambar di Carrot Academy (2013–2015).
4. Graphic designer di PT Bisnis Tekno Ultima (Maret 2012–Oktober 2013).

Karya/pameran/eksibisi dan tahun pelaksanaan (10 tahun terakhir)

1. Desain untuk Digital Signage JS Luwansa Hotel dan IBM Expo 2012 (2012).

Buku yang pernah dibuat desain/layout (10 tahun terakhir)

1. *Buku Trilogi Emeritasi Pdt. Dr. Einar M. Sitompul*, 2014.
2. *Jurnal Teologi Sola Experientia* Vol. 2, No. 1&2, 2014.
3. *Siapakah yang akan Menjembatani Jurang itu?*, 2014.
4. *Bahasa Ibrani untuk Pemula*, 2015.
5. *Membangun Perdamaian: Kumpulan Kasus untuk Pelatihan Mediasi dan Rekonsiliasi*, 2015.
6. *Yesus Sang Titik Temu dan Tengkar*, 2015.
7. *Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Penelitian dan Relasinya dengan Gereja*, 2015.
8. *The Power of Shame: Mengembalikan Malu Spiritual*, 2016.
9. *Merangkai Kehidupan Bersama yang Pluralis dan Rukun*, 2017.
10. *Asian Journal of Theology* Vol. 31 (2017), Vol. 32 (2018), Vol. 33 (2019), Vol. 34 (2020), Vol. 35 (2021), Vol. 36 (2022).
11. *Buku Guru dan Buku Siswa Pendidikan Agama Kristen dan Budi Pekerti SMALB Kelas X dan XII Tunadaksa dan Tunanetra*, 2017.
12. *Jurnal Theologia in Loco* Vol. 2, 2020.
13. *Renungan PELITA* Penabur Edisi Juli 2020, Oktober 2020, dan Januari 2021 untuk Kelas Kecil, Lower Class, Kelas Besar, Upper Class, SMP, Middle School dan SMA, 2020.
14. *Tantangan Gereja di Era Milenial (Refleksi Menyambut 100 Tahun HKBP Kernolong)*, 2021.
15. *Buku Guru & Buku Siswa Pendidikan Agama Kristen & Budi Pekerti Kelas 4, 6, dan XI*, 2021.
16. *Buku Pendalaman Alkitab HKBP untuk Lansia, Ama, Ina, Pemuda, Remaja, SKM* edisi Juli-Desember 2021, Januari-Juni 2022, dan Juli-Desember 2022.

Informasi lain dari desainer

1. Porto Folio: https://www.instagram.com/auliawhite
   https://www.deviantart.com/auliaputri
2. Studied Graphic design at Motret.Co (Rancang Grafis) Class of 2013, Nov 2012–Feb 2013.
3. Studied Illustration at Carrot Academy Class of 2013, Class IFE | ESSENTIALS Class Concept Art, Maret–Juli 2013.
4. Studied Motion Graphic Programme Intermediate at Hello Motion Academy School of Animation and Creativity, Mei–Juni 2017.